

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

Ingeniería Industrial Eléctrica

**PROYECTO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA DE B.T. EN UNA  
BODEGA DE MADURACIÓN DE  
JAMONES**

**AUTOR:** Kostantino Tulkeridis Soriano

**DIRECTOR:** Manuel Antolín Arias

**TUTOR:** Manuel Antolín Arias

**FECHA:** Julio de 2011

# MEMORIA

## INDICE - Memoria

<b>1. Peticionario y emplazamiento</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Peticionario.</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Emplazamiento.</b>	<b>6</b>
<b>2. Antecedentes.</b>	<b>6</b>
<b>3. Objetivo.</b>	<b>6</b>
<b>4. Alcance.</b>	<b>7</b>
<b>5. Clase y nº de la industria.</b>	<b>8</b>
<b>6. Normas y referencias.</b>	<b>8</b>
<b>6.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.</b>	<b>8</b>
<b>7. Clasificación y características de las instalaciones.</b>	<b>9</b>
<b>7.1. Clasificación según riesgo de la dependencia de la industria</b> <b>(de acuerdo a la ITC-BT-30).</b>	<b>9</b>
<b>7.1.1. Locales Húmedos.</b>	<b>10</b>
<b>7.1.2. Locales Mojados.</b>	<b>10</b>
<b>7.1.3. Salas de Máquinas y Cuartos Técnicos</b>	<b>11</b>
<b>8. CT abonado.</b>	<b>12</b>
<b>8.1. Características generales del centro de transformación.</b>	<b>12</b>
<b>8.2. Programa de necesidades y potencia instalada en kva.</b>	<b>12</b>
<b>8.3. Descripción del local destinado al CT.</b>	<b>13</b>
<b>8.4. Instalación eléctrica.</b>	<b>14</b>
<b>8.4.1. Características de la red de alimentación.</b>	<b>14</b>
<b>8.4.2. Características de la aparamenta de media tensión.</b>	<b>14</b>
<b>8.4.3. Características de la aparamenta de baja tensión.</b>	<b>20</b>
<b>8.4.4. Características descriptivas de las celdas.</b>	<b>20</b>
<b>8.4.5. Características de los transformadores de potencia.</b>	<b>22</b>
<b>8.4.5.1. Transformadores en baño de aceite.</b>	<b>23</b>
<b>8.4.5.2. Transformadores de aislamiento seco.</b>	<b>25</b>
<b>8.4.5.3. Elección de los transformadores MT/BT.</b>	<b>26</b>
<b>8.4.6. Características del material vario de MT y BT.</b>	<b>28</b>
<b>8.4.7. Medida de la energía eléctrica.</b>	<b>29</b>
<b>8.5. Instalaciones secundarias.</b>	<b>29</b>
<b>8.6. Puesta a tierra del CT.</b>	<b>30</b>
<b>8.6.1. Puesta a tierra de protección.</b>	<b>30</b>
<b>8.6.2. Puesta a tierra de servicio.</b>	<b>31</b>
<b>9. Previsión de potencia.</b>	<b>31</b>
<b>9.1. Consideraciones sobre las potencias obtenidas.</b>	<b>33</b>
<b>9.2. Distribución de receptores y cargas.</b>	<b>34</b>
<b>10. Descripción de la instalaciones</b>	<b>35</b>
<b>10.1. Línea de alimentación al cuadro general (CGBT).</b>	<b>35</b>
<b>10.2. Cuadro general de baja tensión.</b>	<b>35</b>
<b>10.3. Acometidas a cuadros secundarios.</b>	<b>37</b>
<b>10.4. Cuadros secundarios.</b>	<b>38</b>
<b>10.5. Maquinaria rotativa.</b>	<b>39</b>
<b>10.6. Luminarias.</b>	<b>39</b>
<b>10.7. Alumbrado de emergencia y señalización.</b>	<b>39</b>
<b>10.8. Instalación de fuerza y usos varios.</b>	<b>40</b>
<b>11. Características de la instalación.</b>	<b>40</b>
<b>11.1. Iluminación interior.</b>	<b>40</b>

11.1.1. Deslumbramiento.	41
11.1.2. Lámparas y luminarias.	42
11.1.3. El color.	43
11.1.4. Sistemas de alumbrado.	44
11.1.5. Métodos de alumbrado.	45
11.1.5.1. Alumbrado general.	45
11.1.5.2. Alumbrado general localizado.	45
11.1.5.3. Alumbrado localizado.	45
11.1.6. Niveles de iluminación recomendados.	46
11.1.7. Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento.	47
11.2. Canalizaciones	47
11.3. Conductores	51
11.4. Protecciones eléctricas.	62
11.4.1. Protección contra sobreintensidades.	62
11.4.2. Protección contra sobretensiones.	64
11.4.2.1. Clasificación en categorías de las formas de combatir las sobretensiones.	65
11.4.2.2. Descripción de las categorías de los materiales.	65
11.4.2.3. Selección de los materiales en la instalación.	66
11.4.3. La protección contra contactos directos e indirectos.	66
11.4.3.1. Protección contra contactos directos.	67
11.4.3.2. Protección contra contactos indirectos.	67
11.5. Aparamenta de protección contra sobreintensidades.	68
11.5.1. La selectividad.	68
11.5.2. Gama de interruptores empleados en el proyecto.	69
12. Toma a tierra.	85
12.1. Uniones a tierra.	85
12.2. Tomas a tierra.	85
12.3. Conductores de tierra.	86
12.4. Bornes de toma a tierra.	86
12.5. Conductores de protección.	86
12.6. Conductores equipotenciales.	88
12.7. Resistencia de las tomas a tierra.	88
12.8. Tomas a tierra independiente.	89
12.9. Separación entre las tomas a tierra de las masas de la instalación de utilización y las masas de un centro de transformación.	90
12.10. Tomas a tierra a instalar.	91
12.11. Solución final tomas a tierra a instalar. Puesta a tierra única.	91
12.11.1. Nave industrial.	91
12.11.2. Vestuario.	91
12.11.3. Sala de máquinas.	92
12.11.4. Puesta a tierra única.	92
13. Elección del régimen del neutro.	92
13.1. Criterios de elección de los esquemas TT, TN e IT.	92
13.2. Analisis de la elección del regimen del neutro TT.	94
13.3. Neutro a tierra o sistema TT.	95
14. Compensación de energía reactiva.	96
14.1. Formas de compensación de energía reactiva.	98
14.2. Tipos de compensación de energía reactiva.	100
14.3. Compensación elegida.	101



## INDICE de Tablas

<b>Tabla 1.1</b> - Demanda de potencia.	31
<b>Tabla 1.2</b> - Potencias totales.	33
<b>Tabla 1.3</b> - Tipos de lámparas y uso.	42
<b>Tabla 1.4</b> - Relación temperatura – apariencia de color de las lámparas.	43
<b>Tabla 1.5</b> - Relación iluminación – apariencia de color de las lámparas.	43
<b>Tabla 1.6</b> - Rendimiento en color.	44
<b>Tabla 1.7</b> - Clases de local – Iluminación media.	46
<b>Tabla 1.8</b> - Canalizaciones.	48
<b>Tabla 1.9</b> - Secciones.	52
<b>Tabla 1.10</b> - Tensión soportada a impulso.	66
<b>Tabla 1.11</b> - Protecciones instaladas.	75
<b>Tabla 1.12</b> - Sección mínima para los conductores de tierra enterrados.	86
<b>Tabla 1.13</b> - Sección mínima para los conductores de protección.	87
<b>Tabla 1.14</b> - Resistividad del terreno según su naturaleza.	89
<b>Tabla 1.15</b> - Estimación del valor medio local de la resistividad del terreno.	89
<b>Tabla 1.16</b> - Elección del régimen del neutro según ámbito.	93
<b>Tabla 1.17</b> - Elección del régimen del neutro en función de las características de la red de alimentación.	93
<b>Tabla 1.18</b> - Características según el tipo de régimen del neutro.	94
<b>Tabla 1.19</b> - Penalizaciones por energía reactiva del 01 de julio de 2009 hasta 31 de diciembre de 2009.	97
<b>Tabla 1.20</b> - Penalizaciones por energía reactiva a partir del 31 de diciembre de 2009.	97

## INDICE de Figuras

<b>Figura 1.1</b> - Celdas CGM	14
<b>Figura 1.2</b> - Partes de la Celda	15
<b>Figura 1.3</b> - Base y frente	15
<b>Figura 1.4</b> - Detalle de la cuba de la celda.	16
<b>Figura 1.5</b> - Detalle del compartimiento de barras.	17
<b>Figura 1.6</b> - Detalle del compartimiento de cables.	18
<b>Figura 1.7</b> - Detalle del compartimiento de control.	18
<b>Figura 1.8</b> - Descripción de la celda de entrada.	21
<b>Figura 1.9</b> - Descripción de la celda de protección	22
<b>Figura 1.10</b> - Transformador en baño de aceite.	23
<b>Figura 1.11</b> - Transformador de aislamiento seco.	26
<b>Figura 1.12</b> - Partes del transformador seco.	28
<b>Figura 1.13</b> - Distribución de receptores y cargas.	34
<b>Figura 1.14</b> - Deslumbramiento.	41
<b>Figura 1.15</b> - Sistemas de alumbrado.	44
<b>Figura 1.16</b> - Determinación de la protección.	63
<b>Figura 1.17</b> - Interruptor automático de caja moldeada: Compact NSX < 630A.	69
<b>Figura 1.18</b> - Bloque Vigi para Vigicomact.	70

<b>Figura 1.19</b> - Interruptor automático de caja moldeada: Compact NS > 630A.	71
<b>Figura 1.20</b> - Denominación de los Micrologic.	72
<b>Figura 1.21</b> - Unidad de control Micrologic.	72
<b>Figura 1.22</b> - Interruptor automático magnetotérmico hasta 63 A C60.	73
<b>Figura 1.23</b> - Interruptor automático magnetotérmico hasta 125 A C120.	73
<b>Figura 1.24</b> - Bloque Vigí para C60.	74
<b>Figura 1.25</b> - Bloque Vigí para C120.	74
<b>Figura 1.26</b> - Compensación reactiva global.	99
<b>Figura 1.27</b> - Compensación reactiva parcial.	99
<b>Figura 1.28</b> - Compensación reactiva individual	100
<b>Figura 1.29</b> - Batería RECTIMAT 2 SAH	102

## **1. Peticionario y emplazamiento**

### **1.1. Peticionario**

El petionario es **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**, con C.I.F.: A-45.052.800 y domicilio social en Crta. Comarcal 401, Km. 27,800 en Totanés provincia de Toledo.

### **1.2. Emplazamiento**

La actividad, objeto de ésta separata a Proyecto, se llevará a cabo en la Carretera Comarcal 401, Km. 27,800 en Totanés (Toledo).

## **2. Antecedentes.**

La sociedad **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**, ubicada en Totanés (Toledo), dispone en la actualidad de una industria cárnica dedicada a sala de despiece de porcino, fabricación de embutidos y salazones cárnicas, y fabricación de productos cocidos.

En esta planta se cuenta además con una zona específica dedicada al loncheado y envasado de productos cocidos, sometida a condiciones sanitarias específicas.

En la actualidad se está imponiendo un cambio en la forma de comercializar los productos cárnicos en los puntos de venta al consumidor final. Los mostradores habituales en los que un carnicero y/o charcutero cortaba de una pieza entera la cantidad requerida por el consumidor están desapareciendo y en su lugar aparecen murales refrigerados, en los que se presentan los mismos productos que antes se servían en el mostrador, envasados en diferentes formatos de envase, pesos y presentaciones.

Este cambio que trae consigo enormes ventajas sanitarias, logísticas y por ende económico para los distribuidores, hace necesario que las industrias productoras incluyan como una actividad fundamental en su proceso productivo, el loncheado y envasado de los productos terminados.

Para no quedar descolgada de estas nuevas tendencias tiene pensado anexar a sus instalaciones actuales un nuevo complejo, este nuevo complejo será dedicado a industria de bodega de maduración de jamones, la cual es el objeto de este proyecto.

En dicho proyecto se acometerá la descripción detallada de la instalación eléctrica en baja y media tensión de la industria.

## **3. Objetivo.**

El objeto del presente proyecto es de definir, justificar, calcular, valorar los materiales y las construcciones de los equipos reflejados en la presente Memoria y planos para poder realizar el proyecto de baja y media tensión de la industria.

Este también servirá como documento base para la legalización de la instalación frente los servicios Territoriales de Industria y la contratación con la compañía suministradora.

En el presente proyecto nos limitaremos al cálculo de los componentes más importantes de estas instalaciones y así poder deducir con exactitud la demanda de potencia necesaria y proporcionar la energía eléctrica a los cuadros o embarrados principales donde se centralizarán todos los servicios necesarios para la planta.

Por tanto, se redacta ésta *Separata a Proyecto de Bodega de Maduración de Jamones (INSTALACION ELECTRICA EN BAJA Y MEDIA TENSION)* con el fin de obtener las pertinentes Licencias, por parte del Excelentísimo Ayuntamiento de Totanés (Toledo). Y legalización de la instalación.

#### **4. Alcance.**

El ámbito de aplicación del proyecto se centra en la totalidad de la instalación eléctrica de la nave industrial teniendo en consideración la correcta aplicación de las normas vigentes beneficio de la seguridad de las personas que trabajan en estas instalaciones.

Los diseños que se realizarán en este proyecto son los siguientes:

- Instalación eléctrica que nos permitirán la distribución de la energía eléctrica de la industria y alimentar los receptores y cargas desde los embarrados o cuadros generales de distribución principales.
- Cálculos de los sistemas de protección de los equipos eléctricos.
- Cálculo del centro de transformación incluyendo todos sus componentes y protecciones.
- Compensación de energía reactiva para mantener el factor de potencia a 0,98.
- Realización del pliego de condiciones que recoge la normativa a aplicar para la consecución de los alcances anteriores.
- Presupuesto de los materiales y montaje de las instalaciones.
- Pruebas necesarias para la verificación del correcto funcionamiento de la instalación de baja y media tensión.
- Realización de los planos necesarios.

Queda así de esta forma definido el alcance del proyecto en cuanto a su ámbito de aplicación.

Queda excluida del presente proyecto la red de alimentación en MT al centro de transformación, así como el sistema de alumbrado exterior.

El cliente nos facilitará las características constructivas de la nave industrial, así como las actividades y la maquinaria necesarias en las diferentes zonas de los edificios.

## 5. Clase y nº de la industria.

Según CNAE (clasificación nacional de actividades económicas) esta industria corresponde con el número **15: Industrias de productos alimenticios y bebidas; dentro de la cual seria la clasificación 15.1: Industria Cárnica.**

## 6. Normas y referencias.

### 6.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

**R.D. 3.275/1.982** de 12 de noviembre sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1.984, de 18 de octubre de 1.984 y de 27 de noviembre de 1.987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

**R.D. 1.955/2.000** de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

**R.D. 1.164/2.001** con fecha 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

**R.D. 363/2.004**, de 24 de Agosto por el cual se regúlale procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión. Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica.

**R.D.1.627/1.997** de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

**R.D. 485/1997** de 14 de abril de 1.997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

**R.D. 486/1.997** de 14 de Abril de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

**Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** Aprobado por Real Decreto 3.275/1.982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.

**Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.** Aprobado por Decreto 842/2.002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.

**Autorización de Instalaciones Eléctricas.** Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1.994.

**Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores.** Aprobado por Ley 40/1.994, B.O.E. 31-12-94.

**R.D. 614/2.001, de 8 de Junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.

**Orden de 13-03-2.002** de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.

**NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73**, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.

#### **Normas UNE y recomendaciones UNESA.**

**R.D.1.215/1.997** de 18 de julio de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

**R.D. 773/1.997** de 30 de mayo de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **7. Clasificación y características de las instalaciones.**

#### **7.1. Clasificación según riesgo de la dependencia de la industria (de acuerdo a la ITC-BT-30).**

Dadas las características específicas de los locales por su utilización, distinguiremos varios tipos de dependencias: las dedicadas a Zonas de Trabajo, Cámaras frigoríficas, Cuartos Técnicos, aseos y vestuarios.

Las zonas dedicadas a locales de trabajo como son Zonas de Recepción, Expedición, las clasificaremos como locales húmedos, al tener unas condiciones ambientales que se pudieran manifestar momentáneamente, condensaciones en el techo y paredes, aun cuando no aparezcan gotas de agua.

Las zonas dedicadas a Cámaras las clasificaremos como locales mojados, al tener unas condiciones ambientales en los suelos, paredes o techos pueden estar impregnados de humedad aunque sea temporalmente.

Las zonas dedicadas a aseos y vestuarios, la consideramos como local normal (asimilables a viviendas) y su instalación será principalmente empotrada en paredes y oculta en falsos techos.

Los cuartos técnicos los consideraremos como sala de máquinas y se adaptará a su normativa específica.

En cuanto a las instalaciones de Exterior las clasificaremos como locales mojados dadas sus características especiales de situación a la intemperie.

**7.1.1. Locales Húmedos.**

Se adaptarán a lo prescrito en la Instrucción ITC-BT-030, apartado 1.

En estos locales las canalizaciones estarán constituidas por tubos estancos de PVC instalados en montaje superficial sobre las paredes y colocadas a una distancia de 5 cm. de las paredes como mínimo.

Para las distribuciones generales, las canalizaciones serán mediante bandejas de PVC instaladas en montaje superficial sobre las paredes, o colgadas del techo.

En el interior de los tubos se alojarán los conductores que aislados para una tensión asignada de 450/750 V.

En el interior de las bandejas de distribución, se alojarán los conductores, que serán aislados con una tensión nominal 0,6/1 KV.

Las conexiones y derivaciones se realizarán mediante elementos de presión fijos y dentro de cajas de material aislante manteniendo la estanqueidad de la instalación.

La misma protección se mantendrá en los interruptores, tomas de corriente y en general en toda la aparamenta utilizada.

Deberán presentar un grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua y sus cubiertas y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

De todas maneras por uniformizar la instalación, el grado de protección en esta zona de la instalación será el correspondiente a proyecciones de agua en todas las direcciones.

Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IP-55, siendo este mas restrictivo que el que exige el Reglamento Electro – Técnico de Baja Tensión en su ITC-BT-30, teniendo sus partes accesibles de material aislante.

Todo elemento metálico de la instalación que pueda estar accesible, se conectará a la red equipotencial y a su vez a la red de tierras.

Tanto los elementos de mando como las tomas de corriente se instalarán a un mínimo de 1,40 m. del suelo.

**7.1.2. Locales Mojados.**

Se adaptarán a lo prescrito en la Instrucción ITC-BT-30 apartado 2.

En estos locales las canalizaciones estarán constituidas por tubos estancos de PVC instalados en montaje superficial, sobre paredes y colocados a una distancia de 5 cm. de las paredes como mínimo.

En el interior de los tubos se alojarán los conductores que aislados para una tensión asignada de 450/750 V.

Para las acometidas a los cuadros y siempre que exista un gran número de líneas de alimentación se emplearán las bandejas de PVC cerradas con tapa en montaje superficial.

En este caso los conductores tendrán aislamiento 0,6/ 1 KV.

En estos locales no se instalará ningún aparato de mando o de protección ni tomas de corriente a menos de 1,40 m. del suelo, dotándose de protección en el origen a cada uno de los circuitos que penetren en estos locales.

En estos locales queda prohibida la utilización de aparatos móviles o portátiles en caso de fuga de agua, a excepción de cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos mediante el empleo de pequeñas tensiones.

Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IP-55, siendo este mas restrictivo que el que exige el Reglamento Electro – Técnico de Baja Tensión en su ITC-BT-30, teniendo sus partes accesibles de material aislante.

Todo elemento metálico de la instalación que pueda estar accesible, se conexionará a la red equipotencial y a su vez a la red de tierras.

#### **7.1.3. Salas de Máquinas y Cuartos Técnicos**

Se adaptarán a lo prescrito en la ITC-BT-30.

En estos locales las canalizaciones estarán constituidas por tubos metálicos estancos (sala de calderas) o por tubos estancos de PVC instalados en montaje superficial sobre paredes y colocados a una distancia de 1 cm. de las paredes como mínimo.

En el interior de estos tubos se alojarán los conductores que serán aislados para una tensión nominal 0,6/1 KV.

Para las acometidas a los cuadros y siempre que exista un gran número de líneas de alimentación se emplearán las bandejas cerradas con tapa en montaje superficial.

Las conexiones y derivaciones se realizarán mediante elementos de presión fijos y dentro de cajas de material aislante, PVC como norma general y metálicas de aluminio en la sala de calderas, manteniendo el grado de estanqueidad de la instalación contra las proyecciones de agua.

Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IP-55, teniendo sus partes accesibles de material aislante.

Todo elemento metálico de la instalación que pueda estar accesible, se conectará a la red equipotencial y a su vez a la red de tierras.



## **8. CT abonado.**

A partir de determinada potencia o consumo, existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en MT.

En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento.

Se habla pues de un CT de abonado. Como sea que el precio de la energía en MT es más bajo que en BT, a partir de ciertas potencias (kVA) y consumos (kWh) resulta más favorable contratar el suministro en MT, aún teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento ambos a cargo del abonado.

Esta opción de CT propio presenta otras ventajas adicionales:

- Independencia respecto de otros abonados de BT.
- Poder elegir el «régimen de neutro» de BT más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, por ejemplo las de proceso continuo, en las que la continuidad de servicio puede ser prioritaria.
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones.

Puede hablarse pues de CT de red pública y de CT de abonado.

Existen diferencias entre ambos tipos, en cuanto a su esquema eléctrico, tipo de aparatos, forma de explotación, protección, etc.

Los CT de red pública son, en general, de concepción más simple que los CT de abonado, los cuales, en muchos casos son de potencia más elevada y con un esquema eléctrico más complejo, entre otros motivos por el hecho de tener el equipo de medición en el propio CT y en el lado de MT.

### **8.1. Características generales del centro de transformación.**

El Centro de Transformación objeto de este capítulo será de obra civil del tipo Abonado o Cliente, realizándose la medida de energía en Media Tensión a través de la correspondiente Celda de Medida ubicada en el Centro de Seccionamiento.

La energía será suministrada por medio de una línea subterránea, la cual partirá de la parte de abonado del Centro de Seccionamiento existente en la industria, a la tensión de 20 kV trifásica y frecuencia de 50 Hz.

Los tipos generales de celda empleados en este proyecto son:

- CGM: Celdas modulares de aislamiento y corte en SF6, extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

### **8.2. Programa de necesidades y potencia instalada en KVA.**

El Centro de Transformación al que hacemos referencia albergara dos transformadores de 1.000 KVA y servirá para atender las necesidades de la presente ampliación de la industria.

### **8.3. Descripción del local destinado al CT.**

El centro de Transformación objeto de este anexo será construido de obra civil y albergará toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos.

Se trata de un local de planta rectangular con unas dimensiones interiores de 10,25 m de largo, 6,68 m de ancho y 6 m de alto. Para el diseño de este Centro de Transformación se han observado todas las normativas aplicables para este tipo de construcciones, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesorios, etc.

Las paredes o muros de cerramiento se construirán con un espesor de un pie en fábrica de ladrillo hueco o ladrillo de termo arcilla revestido o enfoscado de cemento. El techo será liso con viguetas cerámicas y también enfoscado en cemento. El suelo será de solera de hormigón con mallado de 10x10 cm, instalando las cabinas de M.T. y el cuadro de B.T. sobre bancadas de obra civil de 15 cm.

Las celdas de los transformadores se realizarán también de obra civil arrancando desde el suelo base, con un muro de medio pie con ladrillo hueco enfoscado de cemento.

En la pared frontal del local se insertará la puerta de acceso de peatones que servirá también de paso para introducir en el local toda la aparamenta. También contará con rejillas para la ventilación natural de los transformadores. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

El local también contará con una serie de aberturas o atarjeas, así como unas canalizaciones con tubos de PVC de 160 mm de diámetro empotradas en el suelo que permitirán el paso de los cables tanto de M.T. como de B.T.

La puerta de acceso al centro contará con sistemas de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del Centro de Transformación. Su apertura será de 180° hacia el exterior y contará con rejillas de ventilación en su parte superior.

La pared frontal contará también con rejillas de ventilación inferior y superior centradas en las celdas de cada transformador. Estas rejillas tienen un área de 1.000x1.000 mm<sup>2</sup>. Todas estas rejillas están formadas por lamas en forma de “V” invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de aguas de lluvia en el Centro de Transformación, e interiormente se complementa cada rejilla con una rejilla mosquitera.

El acabado de las superficies de obra civil interior y exterior se efectúa con pintura acrílica, de color blanco o a gusto de la propiedad. Las puertas de acceso también serán pintadas a gusto de la propiedad.

## 8.4. Instalación eléctrica.

### 8.4.1. Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según tabla 1 (MIE-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida se estima en 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,43 kA eficaces.

### 8.4.2. Características de la aparamenta de media tensión.

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

#### Celdas CGM

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, cuyos embarrados se conecta utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjunto de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación...).

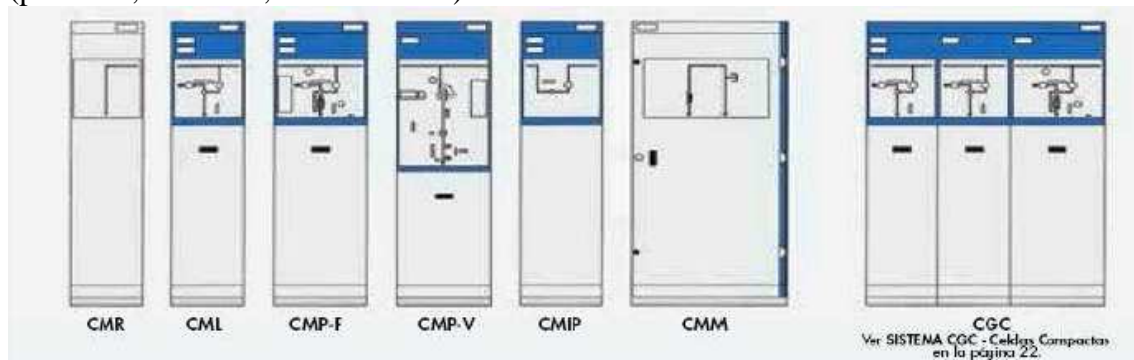


Figura 1.1 – Celdas CGM.

Las partes que componen estas celdas son:

- a) Cuba.
- b) Compartimiento de barras.
- c) Compartimiento de cables.
- d) Compartimiento de control.
- e) Zona de maniobra.

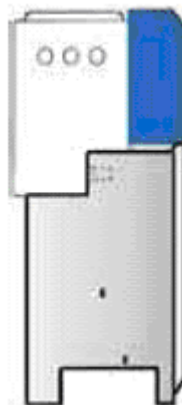


**Figura 1.2** – Partes de la Celda.

#### ▪ Base y Frente

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el mínimo unificar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.



**Figura 1.3** - Base y frente.

- **Cuba.**

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF<sub>6</sub> se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta de Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusibles).



**Figura 1.4** – Detalle de la cuba de la celda.

- **Compartimiento de barras.**

El compartimiento de barras cuya función es la unión eléctrica mediante el embarrado, está diseñado para soportar un arco interno en su interior de 25 kA/1s. Se sitúa en la parte superior de la celda, separado de la cuba, aloja al embarrado, formado por un conjunto ensayado en fábrica, separado por fases, mediante placas metálicas puestas a tierra (metal-clad), presentando además un aislamiento sólido y apantallado, puesto a tierra a través de la pletina colectora de tierras específica del compartimiento.

Opcionalmente en este compartimiento pueden instalarse transformadores de intensidad toroidales y/o transformadores de tensión enchufables, no precisándose celdas de medida.



**Figura 1.5** – Detalle del compartimiento de barras.

#### ▪ **Compartimiento de cables**

El compartimiento de cables, que permite el acceso frontal a los cables de media tensión, se encuentra ubicado en la zona inferior de la celda, disponiendo de una tapa enclavada con el sistema de puesta a tierra.

Bajo pedido, este compartimiento se suministra preparado para soportar un arco interno en bornas de 25 kA/1s, verificando los criterios de la norma IEC 62271-2000.

La base permite alojar en su interior, opcionalmente, los siguientes elementos:

- Conjunto de segregación de fases.
- Hasta cuatro bornas apantalladas de conexión reforzada (atornillables) por fase.
- Bridas de sujeción para los cables de media tensión.
- Pletinas de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad coloidales.
- Transformadores de tensión enchufables.
- Autovalvulas.

La conexión a tierra de todos los elementos que constituyen la envolvente se realiza por medio de un conductor constituido por una pletina de cobre de 250 mm<sup>2</sup> diseñada para soportar la intensidad de corta duración asignada, permitiendo la introducción o extracción de los cables de MT con sus terminales correspondientes, sin necesidad de desmontarla.

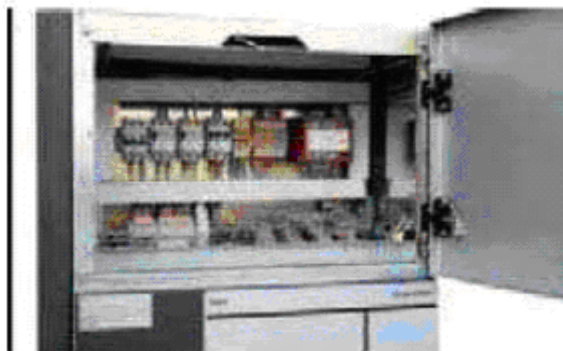


**Figura 1.6** - Detalle del compartimiento de cables.

- **Compartimiento de control.**

El compartimiento de control, dispuesto en la parte superior de la celda e independientemente de la zona de media tensión, está habilitado para la instalación de los equipos de medida y relés de protección, y contiene el bornero de señales de mando debidamente identificadas.

Las conexiones con la zona de maniobra se realizan mediante conectores, aumentando así la flexibilidad del conjunto, permitiendo en obra el montaje y conexión del cajón de control de una forma sencilla y directa.



**Figura 1.7** – Detalle del compartimiento de control.

- **Interruptor / Seccionador / Seccionador de puesta a tierra.**

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación del interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesta a tierra).

- **Mando.**

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

**Mandos para el interruptor automático.**

**RAV (Manual):** Se caracteriza porque la operación de carga de resortes se realiza, mediante una palanca, simultáneamente para la doble maniobra de cierre y apertura.

**RAMV (Motorizado):** Es análogo al mando RAV, pero en éste las operaciones de carga de muelles las realiza un motor (MOTORIZACIÓN, TELEMANDO Y AUTOMATISMOS).

**Mandos para el interruptor de tres posiciones.**

**B (Manual):** Cada maniobra la debe realizar directamente el operario mediante una palanca de accionamiento.

**BR (Manual con Retención):** Es similar al mando B, pero en éste, tras el cierre del interruptor, hay que cargar el resorte de apertura. Ésta se puede ejecutar mediante pulsador, por medio de la bobina de apertura, por acción de los fusibles, o mediante el disparador del RPTA.

**BM (Motorizado):** Además de las funciones del mando B, se pueden realizar todas las operaciones con un motor (MOTORIZACIÓN, TELEMANDO Y AUTOMATISMOS).

**AR (Acumulación):** Su funcionamiento es similar al mando BR, pero la operación de cierre y carga de muelles se realiza en una sola maniobra.

- **Conexión de cables.**

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.

- **Enclavamientos.**

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.



### ■ Características eléctricas.

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal [kV]	12	24	36
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la dist. de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV]	75	125	170
a la dist. de seccionamiento [kV]	85	145	195

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

### 8.4.3. Características de la aparamenta de baja tensión.

Esta aparamenta la constituirá un cuadro con un embarrado general e interruptores automáticos que hará las funciones de cuadro de protección general de la instalación eléctrica de potencia de Baja Tensión. Las características específicas de este cuadro, así como la de los interruptores automáticos que alberga vendrán definidas en la parte del proyecto de B.T.

### 8.4.4. Características descriptivas de las celdas.

Se instalarán las siguientes celdas:

#### Celda de línea Entrada / Salida 1: CGM-CML Interruptor-seccionador.

Se instalará una celda de este tipo, la cual será acometida por la línea subterránea que alimenta al C.T. Esta cuenta con una envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CML de línea, esta constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 kV
  - Intensidad asignada: 400 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
    - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
    - Capacidad de cierre (cresta): 40 kV

- Capacidad de corte:
  - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 370 mm
  - Fondo: 850 mm
  - Alto: 1.800 mm
  - Peso: 140 kg
- Otras características constructivas:
  - Mando interruptor: motorizado tipo BM
  - Cajón de control: Si

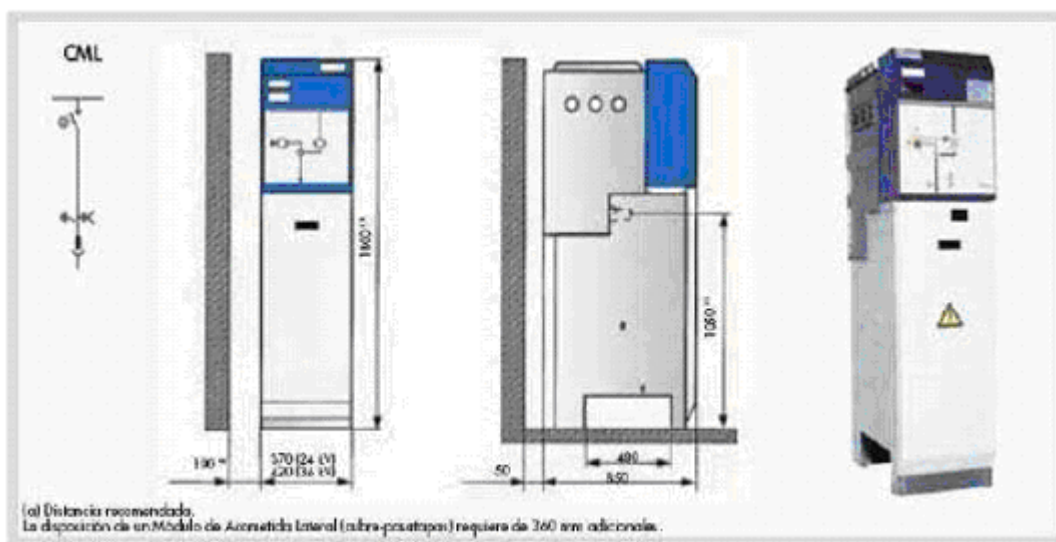


Figura 1.8 – Descripción de la celda de entrada.

### Celdas de Protección de trafos 1 – 2: CGM-CMP-F Protección fusibles

Se instalarán dos celdas de este tipo (una por transformador). Consta de una envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un modulo con las siguientes características:

La celda CMP-F de protección con fusibles, está constituida por un modulo metálico, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, que incorpora en su interior un embarrado de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con el, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados o ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 kV
  - Intensidad asignada: 400 A
  - Capacidad de ruptura: 400 A
  - Intensidad de cortocircuito: 16 kA / 40 kA

- Capacidad de cierre: 40 KA
  - Fusible: 3x100 A
  - Relé de protección: RPTA
  - Mando interruptor: manual tipo BR
- Características físicas:
- Ancho: 480 mm
  - Fondo: 850 mm
  - Alto: 1.800 mm
  - Peso: 215 kg

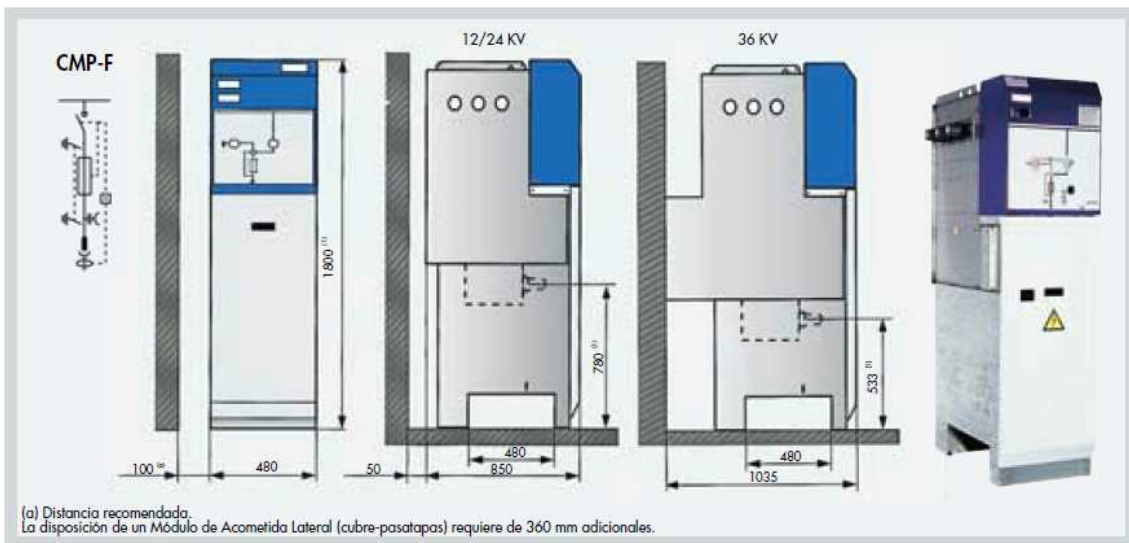


Figura 1.9 – Descripción de la celda de protección

#### 8.4.5. Características de los transformadores de potencia.

En un transformador de potencia se distinguen dos partes constructivas fundamentales:

- El circuito magnético; núcleo de chapa magnética, de grado orientado, laminado en frío, con un porcentaje de silicio del 3% al 5% y un grosor de 0,35mm y fuertemente apretadas.
- Los devanados; de hilos o platinas de cobre o aluminio aislado, enrollados formando bobinas, de laminas o bandas de aluminio enrollados conjuntamente con otras laminas aisladas por el devanado de baja tensión.

Como consecuencia del aislamiento entre devanados de alta y baja, los transformadores pueden ser secos o por baño de aceite.

#### 8.4.5.1. Transformadores en baño de aceite.

Los transformadores en baño de aceite tienen como detalles significativos:

- Un depósito que contiene el núcleo, con los bobinados y el aceite.
- Una tapa de cerramiento del depósito, con los bornes de salida primario y secundario.

Los transformadores en baño de aceite pueden ser llenados totales o integrales y transformadores respiradores.

En los de llenado total la dilatación del aceite por incremento de temperatura, se compensa por la deformación elástica de las aletas de refrigeración del depósito. Este tipo de tecnología permite muchas ventajas.

- No tienen ningún contacto entre el aceite y el aire ambiente, por lo tanto se consigue una buena conservación del dieléctrico evitando su oxidación.
- Solución más económica.
- Dimensiones reducidas.
- Conexiones fáciles para la falta del depósito conservando el aceite que tienen los respiraderos.

En los transformadores respiradores, para reducir la superficie de contacto entre el aceite y el aire se dispone sobre la tapa un depósito cilíndrico fijada a dicha tapa, el volumen del cual se ajusta a las variaciones de nivel de aceite, con o sin secador de aceite, en la boca de entrada y salida de aire, secador que tiene que ser renovado periódicamente.

En la siguiente figura podemos observar un trafo de las características ya citadas anteriormente:



**Figura 1.10** – Transformador en baño de aceite.

**Ventajas frente a los transformadores secos:**

- Menor coste unitario. En la actualidad su precio es del orden de la mitad que el de uno seco de la misma potencia y tensión.
- Menor nivel de ruido.
- Menores pérdidas de vacío.
- Mejor control de funcionamiento.
- Pueden instalarse a la intemperie.
- Buen funcionamiento en atmósferas contaminadas.
- Mayor resistencia a las sobretensiones, y a las sobrecargas prolongadas.
- Los transformadores en baño de aceite se construyen para todas las potencias y tensiones, pero para potencias y/o tensiones superiores a los de distribución MT/BT para CT, siguen siendo con depósito conservador.

**Desventajas frente a los transformadores secos:**

La principal desventaja, es la relativamente baja temperatura de inflamación del aceite, y por tanto el riesgo de incendio con desprendimiento elevado de humos. Según la norma UNE, el valor mínimo admisible de la temperatura de inflamación del aceite para transformadores, es de 140 °C.

Por este motivo (también por razones medioambientales), debajo de cada transformador, debe disponerse un pozo o depósito colector, de capacidad suficiente para la totalidad del aceite del transformador, a fin de que, en caso de fuga de aceite, por ejemplo, por fisuras o rotura en la caja del transformador, el aceite se colecte y se recoja en dicho depósito.

En la embocadura de este depósito colector acostumbra a situarse un dispositivo apagallamas para el caso de aceite inflamado, que consiste en unas rejillas metálicas cortafuegos, las cuales producen la autoextinción del aceite, al pasar por las mismas, o, como mínimo, impiden que la llama llegue a la caja del transformador y le afecte (efecto cortafuegos).

En muchas ocasiones, estas rejillas metálicas «cortafuegos» o «apagallamas» se colector. Actúan pues como apagallamas o cortafuegos en forma similar a las mencionadas rejillas metálicas.

Este depósito colector representa un incremento significativo en el coste de la obra civil del CT, y en ocasiones, cuando la haya, una cierta invalidación de la planta inferior a la del CT.

El riesgo de incendio obliga también a que las paredes y techo de la obra civil del CT sean resistentes al fuego.

Debe efectuarse un control del aceite, pues está sujeto a un inevitable proceso de envejecimiento que se acelera con el incremento de la temperatura.

Asimismo, aunque se trate de transformadores herméticos, sin contacto con el aire, puede producirse un incremento en su contenido de humedad,

debido al envejecimiento del aislamiento de los arrollamientos, ya que la degeneración de la celulosa, desprende agua que va al aceite.

En efecto, en los transformadores en baño de aceite, los aislantes de los arrollamientos acostumbran a ser de sustancias orgánicas tales como algodón, seda, papel y análogos, que en la clasificación de los aislantes para transformadores figuran comprendidos en la «clase A».

Esto obliga a una labor de mantenimiento con controles periódicos del aceite, como mínimo de su rigidez dieléctrica, pues ésta disminuye mucho con el contenido de agua (humedad), y de su acidez (índice de neutralización), ya que los ácidos orgánicos, que por oxidación aparecen en el aceite, favorecen activamente el deterioro de los aislantes sólidos de los arrollamientos.

#### **8.4.5.2. Transformadores de aislamiento seco.**

En ellos, sus arrollamientos están encapsulados dentro de resina del tipo termoendurecible (resina epoxy) mezclada con una llamada «carga activa» pulverulenta formada básicamente de sílice y alúmina hidratada y con aditivos endurecedor y flexibilizador

Este tipo es más utilizado en los CT de abonado que en los CT de red pública.

#### **Ventajas frente a los transformadores en baño de aceite:**

- Menor coste de instalación al no necesitar el depósito colector en la obra civil, antes mencionado.
- Mucho menor riesgo de incendio. Es su principal ventaja frente a los transformadores en baño de aceite. Los materiales empleados en su construcción (resina epoxy, polvo de sílice y de alúmina) son autoextinguibles, y no producen gases tóxicos o venenosos. Se descomponen a partir de 300 °C y los humos que producen son muy tenues y no corrosivos.
- En caso de fuego externo (en el entorno), cuando la resina alcanza los 350 °C arde con llama muy débil y al cesar el foco de calor se autoextingue aproximadamente a los 12 segundos.  
Puede decirse que este menor riesgo de incendio fue la principal razón y objetivo que motivó su desarrollo.

#### **Desventajas frente a los transformadores en aceite:**

- Mayor coste, en la actualidad del orden del doble,
- Mayor nivel de ruido,
- Menor resistencia a las sobretensiones,
- Mayores pérdidas en vacío,
- No son adecuados para instalación en intemperie, ni para ambientes contaminados. En la actualidad, disponibles sólo hasta 36 kV y hasta 15 MVA.

Estando el transformador seco en tensión, no deben tocarse sus superficies exteriores de resina que encapsulan los arrollamientos de Media Tensión. En este aspecto, presentan menos seguridad frente a contactos indirectos que los transformadores en aceite dentro de caja metálica conectada a tierra.

En la siguiente figura podemos observar un trafo de las características ya citadas anteriormente:



Figura 1.11 – Transformador de aislamiento seco.

#### 8.4.5.3. Elección de los transformadores MT/BT.

Para determinar la potencia del Centro de Transformación, que hará la transformación de los 20kV de la línea de media tensión a 400V que es la tensión a la cual alimentaremos la instalación, se tienen que tener en cuenta los factores de reducción de potencia ( $K_u, K_s, K_m$ ), tal y como se indica en los anexos de cálculo.

La utilización de estos factores hace que el estudio sea más preciso y a su vez hará que no sobredimensionemos la instalación. Ya que no todos los receptores van a funcionar al mismo tiempo ni tampoco lo harán siempre a su régimen nominal.

Tal y como se puede observar en el anexo de cálculo anterior, se ha estimado una potencia para dar respuesta a la actividad industrial de 1.708 KVA.

Por otro lado técnicamente se plantea la duda de la elección de uno o varios transformadores.

Se opta por la solución de dos transformadores de 1.000 kVA, en caso de fallo en uno de ellos, se asegura por lo menos el suministro eléctrico a la mitad de la instalación, sin producir una parada total de producción.

Por otro lado la intensidad en el secundario del trafa quedaran reducidas considerablemente, comparadas con las intensidades que se producirían en el secundario de un trafa de mayor calibre.

Atendiendo a las características de la actividad industrial en la que hay zonas y productos inflamables, y por su facilidad de mantenimiento, nos decantamos por los transformadores secos por su menor riesgo a producirse un incendio, así como un pequeño ahorro en obra civil al no disponer de deposito colector de aceite.

Serán del fabricante Merlin Gerin gama de Transformadores de distribución MT/BT de 160 kVA a 15 MVA hasta 36 kV, El transformador seco Trihal está compuesto por bobinados de media tensión tratados con Alúmina Trihidratada, constituye un modelo, mundialmente reconocido, de seguridad y fiabilidad por sus excepcionales cualidades frente a las variaciones de temperatura extremas (choque térmico). A esta notable endurancia hay que añadir su capacidad de resistencia a las fuertes tasas de condensación y polución industrial (C2, E2).

El transformador Trihal soporta extraordinariamente las variaciones de carga, los cortocircuitos y las sobretensiones.

La Alúmina Trihidratada, con sus elevadas propiedades ignifugantes, les confiere un comportamiento al fuego excepcional (F1), con una autoextinguibilidad inmediata en ausencia de productos tóxicos, que garantizan la seguridad de las personas y los bienes.

Trihal es un transformado de tipo interior y es conforme a las normas:

Clasificación E2-C2-F1, de acuerdo a HD 464 S1 y HD 538 1 S2 del CENELEC y UNE 21.538.

Cumplimiento con la nueva norma IEC 60.076-11.

Fabricado de acuerdo a las normas ISO 9.001 e ISO 14.001.

### **Características del transformador:**

- Potencia nominal:	1.000kVA
- Tensión Primaria:	20kV
- Tensión secundaria en vacío:	420 V
- Regulación tensión:	±2,5%, ±5%
- Intensidad del primario:	28,9 A
- Intensidad del secundario:	1.426,2 A
- Frecuencia:	50 Hz
- Nivel de aislamiento asignado:	24 kV
- Tensión de c.c. de línea:	6%
- Tensión de c.c. óhmica:	1,05%
- Grupo de conexión:	Dyn11



- Nivel de ruido: 73 dB
- Intensidad de vacío: 1,2%
- Pérdidas en vacío: 2.300 W
- Pérdidas en carga: 9.600 W
- Dimensiones:
  - Longitud **A**: 1.595 mm
  - Anchura **B**: 835 mm
  - Altura máxima **C**: 1.895 mm
  - Distancia entre ejes de ruedas **D**: 670 mm
  - Anchura de chasis **E**: 795 mm
  - Diámetro de ruedas **F**: 125 mm
  - Anchura de ruedas **G**: 40 mm
  - Resina-chasis **H**: 155 mm
  - Eje trafo-barra de acoplamiento MT **I**: 445 mm
  - Distancia entre ejes de conexiones de BT **J**: 527 mm
  - Eje trafo-barra de acoplamiento BT **L**: 240 mm
  - Altura de conexiones MT **M**: 1.375 mm
  - Altura de conexiones BT **P**: 1.810 mm
  - Peso: 2.395 Kg.

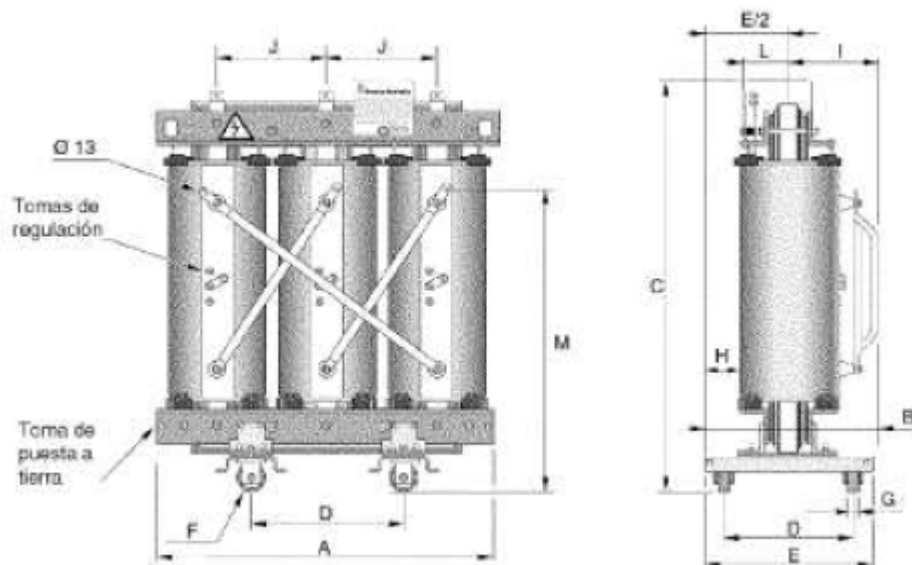


Figura 1.12 – Partes del transformador seco.

#### 8.4.6. Características del material vario de MT y BT.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- **Interconexiones de Media Tensión: Puentes M.T. trafo1 y trafo 2.**

Cables M.T. 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo MSC un extremo, y del tipo enchufable en el otro extremo.

- **Interconexiones de Baja Tensión: Puentes trafo – Cuadro B.T.**

Juego de puentes de cables de Baja Tensión, con conductores unipolares de cobre con aislamiento RV 0,6/1 kV y cubierta de PVC. Se instalará para cada transformador 4 conductores por fase y 2 para el neutro [4(4x240)+2x240mm<sup>2</sup>].

- **Defensas de transformadores**

Se instalará una rejilla metálica para la defensa y protección de cada transformador contra agentes externos. Las dimensiones y características constructivas y de fijación de estas defensas quedan perfectamente detalladas en el plano correspondiente.

- **Iluminación del Centro de Transformación.**

El equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de M.T. Estará constituido por dos puntos de luz fluorescente con dos pantallas estancas de 2x58 W, un aparato de emergencia de 11 W (350 lúmenes) y tres puntos de luz de señalización de 45 lúmenes.

#### **8.4.7. Medida de la energía eléctrica.**

La medida de la energía eléctrica se realizará en el Centro de Seccionamiento existente en la industria.

### **8.5. Instalaciones secundarias.**

- **Alumbrado.**

Estará constituido por dos puntos de luz fluorescente con dos pantallas estancas de 2x58 W, un aparato de emergencia de 11 W (350 lúmenes) y tres puntos de luz de señalización de 45 lúmenes. El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Media Tensión. También se instalará una toma de corriente 16A+TT.

- **Protección contra incendios.**

Según el MIE-RAT 14 al ser el transformador de aislamiento seco no es necesario instalar sistemas de protección contra incendios, aunque deberá instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendios para los materiales próximos.

## - Medidas de Seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe interesar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma de pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados son éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
5. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.
6. Se colocarán los siguientes elementos de protección en el Centro de Transformación:
  - Una pértiga de salvamento.
  - Una pértiga de maniobra.
  - Un juego de guantes.
  - Una banqueta aislante.
  - Placas indicadoras de primeros auxilios.
  - Placas de peligro de muerte en todas y cada una de las celdas, Transformadores y accesos al Centro de Transformación.

## 8.6. Puesta a tierra del CT.

### 8.6.1. Puesta a tierra de protección.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales, de todos los equipos instalados en el Centro de Transformación, se unen a la tierra de protección: envoltentes de las celdas y cuadros de Baja Tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, las rejillas de ventilación y puertas metálicas de Centro, etc.

- |   |                  |
|---|------------------|
| • Configuración seleccionada:           | 5/32.            |
| • Geometría del sistema:                | Picas alineadas. |
| • Distancia entre picas:                | 3 metros.        |
| • Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 metros.      |
| • Numero de picas:                      | 3.               |
| • Longitud de las picas:                | 2 metros.        |

### 8.6.2. Puesta a tierra de servicio.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Media Tensión, los neutros de cada transformador del sistema de Baja Tensión se conectan a una toma de tierra independiente del sistema de Media Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado 0,6/1 kV de 120 mm<sup>2</sup> de Cu, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Utilizaremos las mismas características para el sistema de puesta a tierra de servicio que para la puesta a tierra de protección.

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría del sistema: Picas alineadas.
- Distancia entre picas: 3 metros.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 metros.
- Numero de picas: 3.
- Longitud de las picas: 2 metros.

## 9. Previsión de potencia.

En el siguiente apartado se detallan las potencias nominales según placa de características o catálogo en W, a partir de las cuales se realizará la contratación de energía, el dimensionado de líneas y mecanismos de protección.

### Tabla de demanda de potencias.

	Pn (W)
<b>CENTRAL FRIGORÍFICA</b>	
Compresores	323.840
Condensador Evaporativo	30.000
Bombas Instalación	63.000
Ventiladores Cámaras	15.000
Evaporadores	163.730
Maniobra y Control	2.500
<b>EQUIPOS AUTONOMOS</b>	
Equipos Autónomos	76.000
<b>EQUIPAMIENTO CTOS. TÉCNICOS</b>	
Central Térmica	50.000
Central Neumática	80.000
Extracción Ctos. Técnicos	7.500
<b>ZONA CAMAR/BODEGAS/ESTUFAJE</b>	
Puertas Motorizadas	25.500
Resistencias Eléctricas	12.000
Válvulas Sobrepresión	2.000
<b>ZONA PASILLOS</b>	
Bascula Aérea	1.000
Lavadora de Perchas	30.000
<b>ZONA RECEPCION</b>	
Plataforma Elevadora	2.500

Puerta Seccional	1.500
Bascula	500
<b>ZONA CLASIFICACION JAMONES</b>	
Descensor	3.500
Cintas	3.000
Transportador	1.000
Maquina Aplicar Manteca	3.500
Maquina Secar Manteca	3.500
Clasificadora	2.000
Puerta Motorizada	1.500
<b>ZONA ACONDICIONADO JAMONES</b>	
Descensor	3.500
Cintas	3.000
Transportador	1.000
Maquina Aplicar Manteca	3.500
Maquina Secar Manteca	3.500
Clasificadora	2.000
Puerta Motorizada	3.000
<b>ZONA DESHUESE Y PELADO</b>	
Descensores	10.500
Cintas	12.000
Desgubadoras	6.000
Termoformadora	50.000
Sierra Codillo	4.000
Maquina de Vacío	20.000
Mesa Circular	3.000
<b>ZONA LONCHEADO</b>	
Loncheadora	32.000
Termoselladoras	100.000
Cinta Pesado y Etiquetado	4.800
Extractores	7.500
Prensas	32.000
<b>ZONA PUESTA EN CARTÓN</b>	
Descensor	3.500
Cinta	1.000
Mesa Circular Motorizada	1.500
Paletizadora	1.500
Plataforma Elevadora	2.500
Puerta Seccional	1.500
Bascula	500
<b>ALUMBRADO</b>	
Pantallas f. Estanca 2x58 W	41.296
Pantallas f. Estanca 2x36 W	4.752
Pant f. Estanca Baja Temperatura 1x58 W	464
Luminaria Emergencia Hombre en Cámara	200
Luminaria Emergencia IP-65 350 lum.	649
Luminaria Emergencia IP-65 155 lum.	72
Luminaria emergencia IP-42 45 lum.	324
Pto. Luz pantalla f. empotrar 4x18 W	432
Pto. Luz pantalla f. empotrar 2x18 W	1.368
Pto. Luz pantalla f. empotrar estanca 1x18 W	828
<b>OTROS USOS</b>	
Tomas de usos varios (CETACT)	250.000

Bloques ofimáticos	3.000
Toma 2P+T 16 A. Estanca	800
Toma 2P+T 16 A. Empotrable	6.800
Dispositivo Matainsectos	1.575

Tabla 1.1 – Demanda de potencia.

A continuación se expresan las potencias totales obtenidas a partir de los cálculos realizados y descritos en el anexo de cálculos.

<b>P real total (kW)</b>	<b>P calculo total (kW)</b>	<b>S calculo total (kVA)</b>
1.531	1.377	1.710

Tabla 1.2 – Potencias totales.

## 9.1. Consideraciones sobre las potencias obtenidas.

### Potencia de cálculo (P cal.):

Tal como se ha planteado en la introducción del apartado anterior, para obtener la potencia de calculo, se ha partido de la potencia nominal de cada receptor  $P_n$ , proporcionada por el fabricante, en este caso el dato es facilitado por la propiedad. Esta se vera afectada por el coeficiente de simultaneidad  $K_s$  y el coeficiente de mayoración.

En nuestro caso, y después de analizar con la propiedad la actividad que nos ocupa, se han aplicado coeficientes de simultaneidad en función de la utilización de cada circuito.

El coeficiente de mayoración  $K_m$  para receptores de alumbrado de descarga de acuerdo con la ITC BT-44, será de 1,8 veces la potencia en vatios de la lámpara.

En el caso de receptores del tipo motor, se le aplicara un  $K_m$  de 1,25 sobre la potencia nominal para el motor o los motores de mayor potencia, si forma parte de un grupo de motores. Si se trata de un único motor, se le aplicará de de forma individual. Este coeficiente surge de la ITC BT-47.

Realizada esta consideración, la potencia de cálculo para se ha obtenido mediante la expresión:

$$P_{cal} = P_n \cdot K_s \cdot K_m$$

### Potencia aparente (S cal.):

La potencia aparente corresponde con la potencia absorbida por los receptores, y como consecuencia, la intensidad que circula por los conductores, está relacionada con el factor de potencia de toda la instalación.

Teniendo en cuenta la expresión para la obtención de la potencia aparente o potencia absorbida, y lo dicho anteriormente, vamos a calcular la potencia aparente o absorbida por la instalación de la siguiente forma:

$$S_{cal} = \frac{P_{cal}}{\cos \varphi}$$

Donde el  $\cos\phi$  será el  $\cos\phi$  medio de la instalación y lo calculamos:

$$\cos\phi_{med} = \frac{\sum (P_{cal} \cdot \cos\phi)}{\sum P_{cal}}$$

De donde obtenemos:

$$\cos\phi_{med} = 0,806$$

Y por consiguiente:

$$S_{cal} = 1.708,6 \text{ KVA}$$

A partir de la expresión anterior y debido a que la instalación dispondrá de una batería automática de condensadores autorregulada que mantendrá el factor de potencia en torno a 0,98/0,99 podemos calcular la potencia aparente compensada.

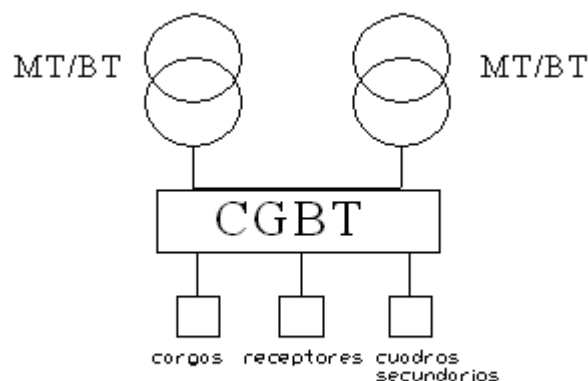
$$S_{cal_{compensad}} = \frac{1.377}{0,98} = 1405 \text{ KVA}$$

Esta disminución de potencia influye favorablemente en la disminución de pérdidas por calentamiento, la sección de la alimentación a los CGBT, y en los recargos en la factura de energía por consumo excesivo de potencia reactiva.

## 9.2. Distribución de receptores y cargas.

Tal y como se indica en los planos correspondientes, los receptores y las cargas realimentan des un cuadro general de distribución directamente o a través de cuadros secundarios los cuales son alimentados a través del cuadro general de distribución.

El cuadro general de distribución se alimenta directamente por dos transformadores de MT/BT que constituyen el CT de propiedad.



**Figura 1.13** – Distribución de receptores y cargas.

Los receptores que son todos los equipos o maquinaria final que produce un trabajo, como pueden ser bombas, ventiladores, compresores...

Las cargas por otra parte no es un equipo en proceso, sino que es la unión o grupo de máquinas de alguna parte del proceso.

Los cuadros secundarios serán desde donde se realizará la alimentación a los diferentes servicios de alumbrado, fuerza usos varios y fuerza motriz, de la zona correspondiente a ese cuadro.

## **10. Descripción de la instalaciones**

### **10.1. Línea de alimentación al cuadro general (CGBT).**

El suministro normal a la industria se efectuará a partir de un Centro de Transformación propio, desde el cual y en Baja Tensión 400/230 V –50 Hz se tenderán seis (8) líneas de sección RV-K-0.6/1 kV 4x240 mm<sup>2</sup> dispuestos en atarjeas o canales revisables hasta el Cuadro General de Baja Tensión denominado (CGBT), situado en una Sala Específica denominada “Sala de Cuadros Eléctricos” y situada junto al centro de transformación.

### **10.2. Cuadro general de baja tensión.**

El Cuadro General de Mando y Protección de la industria, denominado (CGBT) se ubicará según se indica en Planos donde se colocarán dos (2) interruptores Automáticos Magnetotérmicos IVP-1.600 A con térmico y magnético regulables, como llegada de la línea procedente de los Transformadores de Potencia. (2x1.000 KVA).

Debido a la gran potencia que debemos suministrar y según los cálculos de la corriente nominal proporcionada por los dos transformadores que alimentan el cuadro general, que es de 1.242 A, se decide optar por el diseño de los cuadros de Schneider, concretamente de la gama PRISMA PLUS P, que permite realizar todo tipo de cuadros de distribución de baja tensión generales, secundarios o terminales hasta 3.200 A, en entornos terciarios o industriales.

El concepto del cuadro es muy sencillo:

#### **Una estructura metálica:**

Se compone de una o varias armaduras asociables en ancho y en profundidad y en las que se instalan las paredes de revestimiento y puertas.

#### **Un sistema de distribución de corriente:**

Juegos de barras horizontales o verticales colocados en pasillo lateral o en fondo de armario permiten repartir la corriente a todos los lugares del cuadro.

#### **Unidades funcionales completas:**

La unidad funcional, constituida alrededor de cada aparato, integra:

- Una placa soporte dedicada para instalar la aparamenta.
- Una tapa frontal para evitar el acceso directo a las partes en tensión.



- Conexiones prefabricadas al juego de barras.
- Dispositivos para realizar la conexión en destino.

Este cuadro en conjunto mide 3 metros y 800 milímetros, se compone de cuatro módulos de dimensiones aproximadas de 2.000 mm de altura, 600 mm de fondo y 800 mm de anchura, además de otros dos módulos de 2.000 mm de altura, 600 mm de fondo y 300 mm de anchura y cuyas dimensiones totales se confirmará en obra por el fabricante correspondiente.

Todos los módulos estarán cerrados por el techo, fondo y laterales (los finales de cuadro), siendo accesibles por el frente anterior, mediante puertas equipadas con bisagras y cerrojos accionables con llave.

#### **Características eléctricas:**

La instalación de los componentes de los cuadros funcionales Prisma Plus permite realizar equipos que cumplen las normas IEC 50.298, UNE EN 50.298, IEC 60.439-1, UNE EN 60.439-1, con las siguientes características eléctricas máximas.

- Tensión asignada de aislamiento del juego de barras principal: 1.000 V
- Intensidad asignada de empleo: In 3.200 A.
- Corriente asignada de cresta admisible: I<sub>pk</sub> 187 kA.
- Corriente asignada de corta duración admisible: I<sub>cw</sub> 85 kA ef/1s.
- Frecuencia 50/60 Hz.

El Grado de protección mínimo según IEC 529 (1.989) EN 60.529 (1.991) será IP-42.

En el frente se dispondrá un esquema sinóptico así como rótulos en cada uno de los servicios.

El conexionado entre la aparamenta se realizará con pletina de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas, de forma que los esfuerzos electrodinámicos sean conformes a la norma.

El dimensionado de los cuadros en espacio y elementos, deberá tener en cuenta las posibles ampliaciones de hasta un 30 % en reserva. Todos los elementos: barras, interruptores, soportes aislantes, etc., serán colocados para resistir los efectos de un cortocircuito trifásico que pudiera producirse.

Los interruptores serán automáticos con protección magnetotérmica de corte omnipolar acorde con lo que se indica en el Reglamento de Baja Tensión.

El cuadro incorporará pilotos de neón, indicadores de presencia de tensión y equipo de medida s/planos, con transformadores de intensidad.

En la parte frontal y a todo lo largo del recorrido del cuadro y en su parte inferior, se dispondrá un colector de tierras, formado por una pletina de cobre electrolítico desnudo de sección mínima 50 x 5 cm que se unirá a la red equipotencial de edificio.

Dispondrá de argollas en su parte superior para la elevación y transporte.

Las entradas generales y las salidas se realizarán de forma preferente por la parte inferior a base de cables canalizados en bandejas.

### **10.3. Acometidas a cuadros secundarios.**

Las acometidas a los cuadros secundarios constituyen las diferentes alimentaciones para los servicios de alumbrado y fuerza motriz, que parten desde los embarrados correspondientes del cuadro general de distribución, hasta los cuadros de distribución secundarios instalados en las diferentes zonas de la industria, así como, a los diferentes receptores que por su potencia, se considera necesario alimentarlos directamente desde el Cuadro General.

Dichas alimentaciones serán realizadas con líneas trifásicas con neutro a 400/230 V- 50 Hz y estarán formadas por conductores de cobre, aislamiento de polietileno reticulado, Tipo XLPE 0,6/1 KV de tensión nominal, de sección acorde con la potencia a transportar y a la máxima caída de tensión admisible.

Todas la líneas irán canalizadas en sus tramos comunes en bandeja metálica tipo rejilla fabricadas en acero galvanizado en caliente y en tuberías de plástico rígido o flexible o bandeja de PVC con Tapa en sus recorridos últimos hasta los cuadros correspondientes, de diámetro acorde con el número de cables y la sección de éstos.

Se dispondrá de un conductor de tierra en cada una de las líneas, de sección acorde al de las fases activas.

### ***LÍNEAS PRINCIPALES QUE PARTEN DEL CUADRO DE PROTECCIÓN GENERAL (CGBT)***

C-1: ACONDICIONADO JAMON  
C-2: ENTRECUBIERTA  
C-3: LONCHEADO Y PELADO  
C-4: RECEPCIÓN Y ACONDICIONADO  
C-5: EXPEDICIÓN  
C-6: PASARELA Y ENTRECUBIERTA  
C-7: VESTUARIOS  
C-FRÍO  
C-CENTRAL TERMICA  
C-CENTRAL NEUMÁTICA  
A BATERIA CONDENSADORES

En el apartado de Cálculos justificativos se desglosan las secciones de alimentación a los mismos.

#### **10.4. Cuadros secundarios.**

Los Cuadros Secundarios de distribución de la industria estarán ubicados en los lugares indicados en los planos correspondientes.

Desde dichos cuadros se realizará la alimentación a los diferentes servicios de alumbrado, fuerza usos varios y fuerza motriz.

Los Cuadros Secundarios se instalarán de forma preferente en montaje superficial y en el caso que por sus dimensiones lo aconsejen, en montaje sobre suelo. Estarán formados por módulos construidos con perfiles de chapa plegada laminada en frío, cerrados por el techo, fondo y laterales. Serán accesibles por el frente anterior, mediante puertas ciegas o puertas transparentes, equipadas con bisagras y cerrojos accionables con llave, disponiendo de la ventilación lateral adecuada.

El Grado de protección mínimo según IEC 529 (1.989) EN 60.529 (1.991) será IP-55, para todos aquellos que se encuentren en el interior de la industria y IP-54 para el resto.

Las dimensiones serán acordes para alojar los equipos indicados en los esquemas correspondientes. Se dispondrá un 30 % de reserva de espacio para futuras ampliaciones. Este tamaño será calculado para cada cuadro con ayuda del programa SISpro building 2.1.

Todos ellos irán equipados con interruptores diferenciales para proteger las instalaciones contra posibles defectos a tierra e interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar para proteger las posibles sobrecargas y cortocircuitos.

En todos los cuadros se dejará previsto un conector de tierra formado por una pletina de cobre desnudo de dimensiones adecuadas, la cual se unirá a la red general de tierras del edificio.

Los encendidos de las luminarias situadas en las salas de trabajos, pasillos, etc. se realizarán mediante telerruptores que se colocarán en los cuadros correspondientes y la alimentación de éstos así como la instalación que se realizará a 230 V, cuando así se indique en los esquemas unifilares de los cuadros.

Los grados de protección para el aparellaje eléctrico y las instalaciones según IEC 529 (1.989) EN 60.529 (1.991) serán:

**Zona de Industria en general:**

**IP-55 / IP-54**

### **10.5. Maquinaria rotativa.**

Las máquinas rotativas como motores, se instalarán de tal manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no estarán en contacto con materiales fácilmente combustibles, situándose como mínimo a un metro de distancia de estos.

Los conductores de conexión de estas máquinas estarán dimensionados para una intensidad mínima de 125% de la intensidad nominal de plena carga; si la línea alimentara a más de un motor, esta estará dimensionada para una intensidad mínima a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás motores.

### **10.6. Luminarias.**

Las luminarias en todas las dependencias de trabajo, estarán constituidas por tubos fluorescentes alojados en el de interior de elementos estancos constituidos por carcasa de poliéster reforzada con fibra de vidrio, con reflector en chapa de acero en color blanco y cuba de cierre en PMMA acrílico prismático transparente. La entrada de conductores se efectuará mediante tapones para adaptación en prensaestopas para conseguir en la totalidad del conjunto un grado de protección de IP-55. La fijación será directamente al techo o de forma mural en paredes.

Las partes metálicas de cada una de ellas estarán conectadas a la red equipotencial.

Todas las lámparas tendrán compensado su factor de potencia, denominadas como de alto factor.

Los circuitos de alimentación a las pantallas fluorescentes estarán previstos para transportar 1,8 veces la carga debida a los propios receptores, teniendo el conductor nuestro la misma sección que el de fase, siendo la tensión de alimentación de los mismos a 230 V, en distribución monofásica.

### **10.7. Alumbrado de emergencia y señalización.**

Es aquel que debe permitir en caso de fallo del alumbrado general la evacuación fácil y segura del personal de trabajo hacia el exterior. Estará alimentado por fuentes propias de energía, en este caso por equipos autónomos automáticos alimentados por un suministro para su carga.

Este alumbrado deberá funcionar durante un mínimo de una hora y poder proporcionar en el eje de los pasos principales la iluminación adecuada (1 lux mínimo), manteniéndose ésta constante a lo largo de este tiempo. Así mismo se mantendrá como mínimo 5 Lux en puntos especiales, como zonas próximas a equipos de extinción de incendios, cuadros eléctricos, etc. Entrará en funcionamiento de forma automática, cuando falle el alumbrado general, o su tensión baje a menos del 70%.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz de emergencia. Si en el local existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos serán alimentados al menos por dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12. Las canalizaciones para alumbrado especial cumplirán lo dispuesto en la reglamentación vigente.

#### **10.8. Instalación de fuerza y usos varios.**

Para atender las diferentes necesidades de los diferentes equipos que se puedan instalar en las diferentes salas de trabajo y zonas, se ha previsto una distribución por circuitos que alimentará a las tomas de corriente o cuadros de superficie con tomas con corriente tipo Cetact.

Las tomas de corriente en las zonas de oficinas, aseos o vestuarios, serán de empotrar, mientras que en el resto de zonas, salas de trabajo, pasillos, etc serán de superficie, todas ellas tipo schuko con TT lateral con grado de protección mínimo IP-55.

Las tomas de corriente tipo Cetact para usos varios, se dispondrán según se indican en los planos. Formadas por una envolvente termoplástica y dotada de 1 T.C. 3P+T-16 A y 2 T.C. 2P+T-16 A y 1 T.C. 2P+T 10/16 A (Doméstica).

Los conductores serán multipolares de cobre 0.6/1 KV para las T.C. Cetact y unipolares o multipolares para el resto. Canalizados bajo tubo de PVC rígido en cuartos técnicos salvo en oficinas, aseos o vestuarios, en cuyas bajadas a mecanismos se utilizarán tuberías de plástico flexible GP-7 empotrado en los paramentos. En la Central Térmica las canalizaciones se efectuarán mediante tubo de acero rígido GP-7.

Todas las tomas de corriente se alimentarán del cuadro de protección correspondiente mediante circuitos independientes con el fin de hacer una protección por sectores, realizándose la distribución según lo indicado en planos de planta.

### **11. Características de la instalación.**

La instalación eléctrica estará destinada a la prestación de los servicios correspondientes a industria de alimentación, teniendo zonas dedicadas a vestuarios y oficinas.

#### **11.1. Iluminación interior.**

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual...). El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación...

Como principales aspectos a considerar trataremos:

- El deslumbramiento.
- Lámparas y luminarias.
- El color.
- Sistemas de alumbrado.
- Métodos de alumbrado.
- Niveles de iluminación.
- Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento.

#### 11.1.1. Deslumbramiento.

El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente una bombilla o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

Existen dos formas de deslumbramiento, el **perturbador** y el **molesto**. El primero consiste en la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa; un ejemplo muy claro lo tenemos cuando conduciendo de noche se nos cruza un coche con las luces largas. El segundo consiste en una sensación molesta provocada porque la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Esta es la principal causa de deslumbramiento en interiores.

Pueden producirse deslumbramientos molestos de dos maneras. La primera es por observación directa de las fuentes de luz; por ejemplo, ver directamente las luminarias. Y la segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando las vemos reflejada en alguna superficie (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo...)



Figura 1.14 – Deslumbramiento.

Estas situaciones son muy molestas para los usuarios y deben evitarse. Entre las medidas que podemos adoptar tenemos ocultar las fuentes de luz del campo de visión usando rejillas o pantallas, utilizar recubrimientos o acabados mates en paredes, techos, suelos y muebles para evitar los reflejos, evitar fuertes contrastes de luminancias entre la tarea visual y el fondo y/o cuidar la posición de las luminarias respecto a los usuarios para que no caigan dentro de su campo de visión.

### 11.1.2. Lámparas y luminarias.

Las **lámparas** empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación...)

A continuación mostramos una tabla con los diferentes tipos de lámparas y sus ámbitos de uso:

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Incandescente</li> <li>▶ Fluorescente</li> <li>▶ Halógenas de baja potencia</li> <li>▶ Fluorescentes compactas</li> </ul>
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Alumbrado general: fluorescentes</li> <li>▶ Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión</li> </ul>
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Incandescentes</li> <li>▶ Halógenas</li> <li>▶ Fluorescentes</li> <li>▶ Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos</li> </ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Todos los tipos</li> <li>▶ Luminarias situadas a baja altura (<math>\leq 6</math> m): fluorescentes</li> <li>▶ Luminarias situadas a gran altura (<math>&gt; 6</math> m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores</li> <li>▶ Alumbrado localizado: incandescentes</li> </ul>
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes</li> <li>▶ Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión</li> </ul>

**Tabla 1.3** – Tipos de lámparas y uso.

La elección de las **luminarias** está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

Las luminarias para lámparas incandescentes tienen su ámbito de aplicación básico en la iluminación doméstica. Por lo tanto, predomina la estética sobre la eficiencia luminosa. Sólo en aplicaciones comerciales o en luminarias para iluminación suplementaria se buscará un compromiso entre ambas funciones. Son aparatos que necesitan apantallamiento pues el filamento de estas lámparas tiene una luminancia muy elevada y pueden producir deslumbramientos.

En segundo lugar tenemos las luminarias para lámparas fluorescentes. Se utilizan mucho en oficinas, comercios, centros educativos, almacenes, industrias con techos bajos, etc. por su economía y eficiencia luminosa. Así pues, nos encontramos con una gran variedad de modelos que van de los más simples a los más sofisticados con

sistemas de orientación de la luz y apantallamiento (modelos con rejillas cuadradas o transversales y modelos con difusores).

Por último tenemos las luminarias para lámparas de descarga a alta presión. Estas se utilizan principalmente para colgar a gran altura (industrias y grandes naves con techos altos) o en iluminación de pabellones deportivos, aunque también hay modelos para pequeñas alturas. En el primer caso se utilizan las luminarias intensivas y los proyectores y en el segundo las extensivas.

### 11.1.3. El color.

La **apariencia en color** de las lámparas viene determinada por su **temperatura de color** correlacionada. Se definen tres grados de apariencia según la tonalidad de la luz: luz fría para las que tienen un tono blanco azulado, luz neutra para las que dan luz blanca y luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo.

Temperatura de color correlacionada	Apariencia de color
$T_c > 5.000 \text{ K}$	Fría
$3.300 \leq T_c \leq 5.000 \text{ K}$	Intermedia
$T_c < 3.300 \text{ K}$	Cálida

Tabla 1.4 – Relación temperatura – apariencia de color de las lámparas.

A pesar de esto, la apariencia en color no basta para determinar qué sensaciones producirá una instalación a los usuarios. Por ejemplo, es posible hacer que una instalación con fluorescentes llegue a resultar agradable y una con lámparas cálidas desagradable aumentando el nivel de iluminación de la sala. El valor de la iluminancia determinará conjuntamente con la apariencia en color de las lámparas el aspecto final.

Iluminancia (lux)	Apariencia del color de la luz		
	Cálida	Intermedia	Fría
$E \leq 500$	agradable	neutra	fría
$500 < E < 1.000$	↓	↓	↓
$1.000 < E < 2.000$	estimulante	agradable	neutra
$2.000 < E < 3.000$	↓	↓	↓
$E \geq 3.000$	no natural	estimulante	agradable

Tabla 1.5 – Relación iluminación – apariencia de color de las lámparas.

El **rendimiento en color** de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide con el **Índice de Rendimiento del Color (IRC o Ra)** que compara la reproducción de una muestra normalizada de colores iluminada con una lámpara con la misma muestra iluminada con una fuente de luz de referencia. Mientras más alto sea este valor mejor será la reproducción del color, aunque a costa de sacrificar la eficiencia y consumo energéticos. La CIE ha propuesto un sistema de clasificación de las lámparas en cuatro grupos según el valor del IRC.



Grupo de rendimiento en color	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	$IRC \geq 85$	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	$70 \leq IRC < 85$	Fría	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas templados)
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, ambientes industriales críticos (en climas fríos)
3	Lámparas con $IRC < 70$ pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

Tabla 1.6 – Rendimiento en color.

#### 11.1.4. Sistemas de alumbrado.

Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.

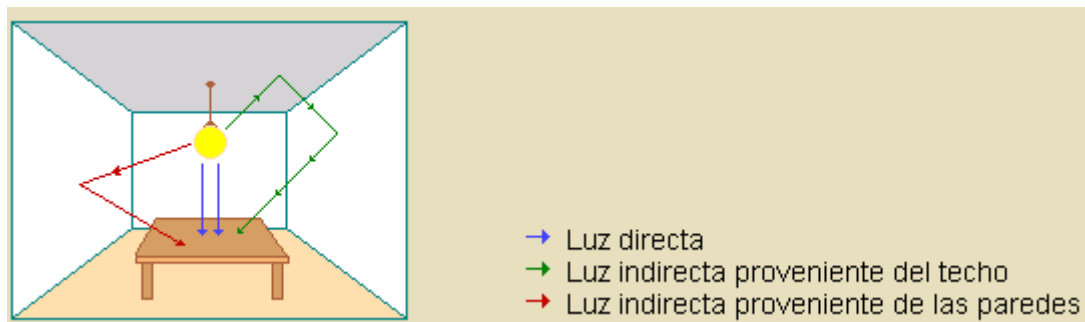


Figura 1.15 – Sistemas de alumbrado.

La **iluminación directa** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.

En la **iluminación semidirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de **iluminación difusa**. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos

iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la **iluminación semiindirecta**. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

Por último tenemos el caso de la **iluminación indirecta** cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

#### **11.1.5. Métodos de alumbrado.**

Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

##### **11.1.5.1. Alumbrado general.**

El **alumbrado general** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

##### **11.1.5.2. Alumbrado general localizado.**

El **alumbrado general localizado** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

##### **11.1.5.3. Alumbrado localizado.**

Empleamos el **alumbrado localizado** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1.000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean

este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

#### 11.1.6. Niveles de iluminación recomendados.

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lx. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1.000 lx. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1.000 lx) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

En la siguiente tabla se indican unos valores recomendados de iluminancias según el tipo de local y la actividad a realizar:

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
<b>Zonas generales de edificios</b>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
<b>Centros docentes</b>			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
<b>Oficinas</b>			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
<b>Comercios</b>			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
<b>Industria (en general)</b>			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
<b>Viviendas</b>			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

**Tabla 1.7** – Clases de local – Iluminación media.

#### **11.1.7. Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento.**

El paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancia. Las causas de este problema se manifiestan de dos maneras. Por un lado tenemos el ensuciamiento de lámparas, luminarias y superficies donde se va depositando el polvo. Y por otro tenemos la depreciación del flujo de las lámparas.

En el primer caso la solución pasa por una limpieza periódica de lámparas y luminarias. Y en el segundo por establecer un programa de sustitución de las lámparas. Aunque a menudo se recurre a esperar a que fallen para cambiarlas, es recomendable hacer la sustitución por grupos o de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento. De esta manera aseguraremos que los niveles de iluminancia real se mantengan dentro de los valores de diseño de la instalación.

#### **11.2. Canalizaciones.**

Todas las canalizaciones donde se alojan los conductores serán dimensionadas según la preinscripción del REBT ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

Las mismas serán en fijas, estando en montaje superficial, ya sea en bandeja, tubo o canaleta, o bien empotradas en las paredes y techos, como es el caso de las oficinas, los vestuarios y los aseos.

Las especificaciones de cada tramo a partir del CGBT a instalar hasta sus receptores son las siguientes:

**CUADRO GENERAL  
DE MANDO Y  
PROTECCION**

Batería Condensadores	Tubo / Canaleta
C-FRIO	Bandejas Rejillas
C-CALDERAS	Bandejas Rejillas
C-AIRE	Bandejas Rejillas
C-1:	Bandejas Rejillas
ACONDICIONADO	
C-2: ENTRECUBIERTA	Bandejas Rejillas
C-3: LONCH Y	Bandejas Rejillas
PELADO	
C-4: RECEPCIÓN	Bandejas Rejillas
C-5: EXPEDICIÓN	Bandejas Rejillas
C-6: PASARELA	Bandejas Rejillas
C-7: VESTUARIOS	Bandejas Rejillas

**B1-A: A. BODEGAS**

A0.1.1: Bodega 1	Bandejas Rejillas
A0.1.2: Bodega 1	Bandejas Rejillas
A0.1.3: Bodega 2	Bandejas Rejillas
A0.1.4: Bodega 2	Bandejas Rejillas
A0.1.5: Bodega 3	Bandejas Rejillas
A0.1.6: Bodega 3	Bandejas Rejillas
E0.1.7:Emergencia	Bandejas Rejillas
E0.1.8:Emergencia	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**B2-A: A. BODEGAS**

A0.2.1: Ibéricos 1	Bandejas Rejillas
A0.2.2: Ibéricos 2	Bandejas Rejillas
A0.2.3: Estufaje 1	Bandejas Rejillas
A0.2.4: Estufaje 2	Bandejas Rejillas
A0.2.5: Estufaje 3	Bandejas Rejillas
A0.2.6: Estufaje 4	Bandejas Rejillas
A0.2.7: Estufaje 5	Bandejas Rejillas
A0.2.8: Estufaje 6	Bandejas Rejillas
E0.2.9: Emergencia	Bandejas Rejillas

**B3-A: ALUM PASILLO**

A0.3.1: Pasillo 1	Bandejas Rejillas
A0.3.2: Pasillo 1	Bandejas Rejillas
A0.3.3: Pasillo 2	Bandejas Rejillas
A0.3.4: Pasillo 2	Bandejas Rejillas
A0.3.5: Emergencia	Bandejas Rejillas
E0.3.6: Emergencia	Bandejas Rejillas
RESERVA	Bandejas Rejillas
RESERVA	Bandejas Rejillas
RESERVA	Bandejas Rejillas

**B4-A: A. CTO/TEC**

A0.4.1: Frío	Bandejas Rejillas
A0.4.2: Frío	Bandejas Rejillas
A0.4.3: Fluid/Cont	Bandejas Rejillas
A0.4.4: CT/Cuadros	Tubo / Canaleta
E0.3.5: Emergencia	Tubo / Canaleta
E0.3.6: Emergencia	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**B1-F: CETACT**

F0.1.1: Frío	Bandejas Rejillas
F0.1.2: Aire/CT	Bandejas Rejillas
F0.1.3: Fluidos	Bandejas Rejillas
F0.1.4: Pasillo 1	Bandejas Rejillas
F0.1.5: Pasillo 2	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**B2-F: PUERTAS**

F0.2.1: Ibéricos	Bandejas Rejillas
F0.2.2: Estufaje	Bandejas Rejillas
F0.2.3: Estufaje	Bandejas Rejillas
F0.2.4: Bodegas	Bandejas Rejillas

F0.2.5: Bodegas	Bandejas Rejillas
F0.2.6: Bodegas	Bandejas Rejillas
F0.2.7: Bodegas	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**B3-F: USOS VARIOS**

F0.3.2: Matainsectos	Bandejas Rejillas
F0.3.3: Matainsectos	Bandejas Rejillas
F0.3.4: Bascu. Aérea	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**B4-F: EXTRACCIÓN**

F0.4.1: Frío	Bandejas Rejillas
F0.4.2: Frío	Bandejas Rejillas
F0.4.3: Fluidos	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**SUBCUADRO C-1:  
ACONDICIONADO**
**B1-A: ALUMBRADO**

A1.1.1: Acondicionado	Tubo / Canaleta
A1.1.2: Acondicionado	Tubo / Canaleta
E1.1.3: Emergencia	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B2-A: ALUMBRADO**

A1.2.1: Bodega 4	Tubo / Canaleta
A1.2.2: Bodega 4	Tubo / Canaleta
A1.2.3: Bodega 5	Tubo / Canaleta
A1.2.4: Bodega 5	Tubo / Canaleta
E1.2.5: Emergencia	Tubo / Canaleta
E1.2.6: Emergencia	Tubo / Canaleta

**B1-F: Maquinaria**

F1.1.1: Cintas	Tubo / Canaleta
F1.1.2: Cintas	Tubo / Canaleta
F1.1.3: Descensor	Tubo / Canaleta
F1.1.4: Transportador	Tubo / Canaleta
F1.1.5: Puertas	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B2-F: Maquinaria**

F1.2.1: Aplic. Manteca	Tubo / Canaleta
F1.2.2: Seca. Manteca	Tubo / Canaleta
F1.2.3: Clasificadora	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B3-F:**
**CETACT/VARIOS**

F1.3.1: Cetact	Tubo / Canaleta
F1.3.2: Cetact	Tubo / Canaleta
F1.3.2: Matainsectos	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**SUBCUADRO C-2:  
ENTRECUBIERTA**
**B1-A**

A2.1.1: Entrecubierta 1	Bandejas Rejillas
A2.1.2: Entrecubierta 2	Bandejas Rejillas
A2.1.3: Entrecubierta 3	Bandejas Rejillas
A2.1.4: Entrecubierta 4	Bandejas Rejillas
A2.1.5: Entrecubierta 5	Bandejas Rejillas

E2.1.6: Emergencia	Bandejas Rejillas	B3-F: DESHUESADO 1	
E2.1.7: Emergencia	Bandejas Rejillas	F3.2.1: Desgubiado	Tubo / Canaleta
Reserva	Bandejas Rejillas	F3.2.2: S. Codillo	Tubo / Canaleta
Reserva	Bandejas Rejillas	F3.2.3: M. Circular	Tubo / Canaleta
		F3.2.4: Cintas	Tubo / Canaleta
		F3.2.5: Cintas	Tubo / Canaleta
		Reserva	Tubo / Canaleta
B1-F: CETACT		B4-F: DESHUESADO 2	
F2.1.1: Cetact	Bandejas Rejillas	F3.3.1: Desgubiado	Tubo / Canaleta
F2.1.2: Cetact	Bandejas Rejillas	F3.3.2: S. Codillo	Tubo / Canaleta
F2.1.2: Cetact	Bandejas Rejillas	F3.3.3: M. Circular	Tubo / Canaleta
Reserva	Bandejas Rejillas	F3.3.4: Cintas	Tubo / Canaleta
Reserva	Bandejas Rejillas	F3.3.5: Cintas	Tubo / Canaleta
Reserva	Bandejas Rejillas	Reserva	Tubo / Canaleta
<b>SUBCUADRO C-3:</b>			
<b>LONCHEADO Y</b>			
<b>PELADO</b>			
B1-A: ALUMBRADO		B5-F:	
A3.1.1: Deshuese	Tubo / Canaleta	LONCHEADORAS	
A3.1.2: Deshuese	Tubo / Canaleta	F3.4.1: Loncheador	Tubo / Canaleta
A3.1.3: Deshuese	Tubo / Canaleta	F3.4.2: Loncheador	Tubo / Canaleta
A3.1.4: Pasillo 3	Tubo / Canaleta	F3.4.3: Loncheador	Tubo / Canaleta
A3.1.5: Pasillo 3	Tubo / Canaleta	F3.4.4: Loncheador	Tubo / Canaleta
E3.1.6: Emergencia	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
		Reserva	Tubo / Canaleta
B2-A: ALUMBRADO		B6-F: PRENSA	
A3.2.1: Loncheado	Tubo / Canaleta	F3.5.1: Prensa	Tubo / Canaleta
A3.2.2: Loncheado	Tubo / Canaleta	F3.5.2: Prensa	Tubo / Canaleta
A3.2.3: Loncheado	Tubo / Canaleta	F3.5.3: Prensa	Tubo / Canaleta
A3.2.4: Loncheado	Tubo / Canaleta	F3.5.4: Prensa	Tubo / Canaleta
A3.2.5: Loncheado	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
A3.2.6: Loncheado	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
E3.2.7: Emergencia	Tubo / Canaleta		
E3.2.8: Emergencia	Tubo / Canaleta	B7-F: CINTA PESAJE	
Reserva	Tubo / Canaleta	F3.6.1: C. Pesaje	Tubo / Canaleta
		F3.6.2: C. Pesaje	Tubo / Canaleta
B3-A: ALUMBRADO		F3.6.3: C. Pesaje	Tubo / Canaleta
A3.3.1: Cuartos	Tubo / Canaleta	F3.6.4: C. Pesaje	Tubo / Canaleta
A3.3.2: Cámaras	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
A3.3.3: Pas 4/Cula	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
E3.3.4: Emergencia	Tubo / Canaleta		
E3.3.5: Emergencia HC	Tubo / Canaleta	B8-F: CETACT	
E3.3.6: Emergencia	Tubo / Canaleta	F3.7.1: Deshuese	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta	F3.7.2: Deshuese	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta	F3.7.3: Pasillo 3	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta	F3.7.4: Loncheado	Tubo / Canaleta
		F3.7.5: Loncheado	Tubo / Canaleta
CAMARAS		F3.7.6: Loncheado	Tubo / Canaleta
Cámara N° 1	Tubo / Canaleta	F3.7.7: Loncheado	Tubo / Canaleta
Cámara N° 2	Tubo / Canaleta	F3.7.8: Pasillo 4/Cul	Tubo / Canaleta
Cámara N° 3	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
Cámara N° 4	Tubo / Canaleta		
B1-F: OTROS		B9-F: VARIOS	
F3.0.1: Lava Perchas	Tubo / Canaleta	F3.8.1: T.C. Uti/Rep	Tubo / Canaleta
F3.0.2: Termoform.	Tubo / Canaleta	F3.8.2: T.C. Va/Film	Tubo / Canaleta
F3.0.3: Termoform.	Tubo / Canaleta	F3.8.3: Lavabotas	Tubo / Canaleta
F3.0.4: Termose.	Tubo / Canaleta	F3.8.4: Matainsectos	Tubo / Canaleta
F3.0.5: Termose.	Tubo / Canaleta	F3.8.5: Matainsectos	Tubo / Canaleta
F3.0.6: Termose.	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
F3.0.7: Termose.	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
MAQUINA VACÍO	Tubo / Canaleta	B10-F: RESISTENCIAS	
Maquina de vacío	Tubo / Canaleta	F3.9.1: Válvulas	Tubo / Canaleta
Maquina de vacío	Tubo / Canaleta	F3.9.2: Resistencia	Tubo / Canaleta
		F3.9.3: Resistencia	Tubo / Canaleta
B2-F: DESCENSORES		F3.9.4: Resistencia	Tubo / Canaleta
F3.1.1: Descensor	Tubo / Canaleta	F3.9.5: Resistencia	Tubo / Canaleta
F3.1.2: Descensor	Tubo / Canaleta	Reserva	Tubo / Canaleta
F3.1.3: Descensor	Tubo / Canaleta		
Reserva	Tubo / Canaleta		

**SUBCUADRO C-4:  
RECEPCION**
**B1-A: ALUMBRADO**

A4.1.1: Recepción	Tubo / Canaleta
A4.1.2: Recepción	Tubo / Canaleta
A4.1.3: Recepción	Tubo / Canaleta
A4.1.4: Recepción	Tubo / Canaleta
A4.1.5: Control	Tubo / Canaleta
E4.1.6: Emergencia	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B2-A: ALUMBRADO**

A4.2.1: Clasificación	Tubo / Canaleta
A4.2.2: Clasificación	Tubo / Canaleta
A4.2.3: Clasificación	Tubo / Canaleta
A4.2.4: Clasificación	Tubo / Canaleta
E4.2.5: Emergencia	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B1-F: MAQUINARIA**

F4.1.1: Cintas	Tubo / Canaleta
F4.1.2: Cintas	Tubo / Canaleta
F4.1.3: Descensor	Tubo / Canaleta
F4.1.4: Transportador	Tubo / Canaleta
F4.1.5: Sin Fin	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B2-F: MAQUINARIA**

F4.2.1: Aplic. Manteca	Tubo / Canaleta
F4.2.2: Sec. Manteca	Tubo / Canaleta
F4.2.3: Clasificador	Tubo / Canaleta
F4.3.5: Muelle	Tubo / Canaleta
F4.3.6: Pta. Seccional	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B3-F: CETACT**

F4.3.1: Cetact	Tubo / Canaleta
F4.3.2: Cetact	Tubo / Canaleta
F4.3.3: Cetact	Tubo / Canaleta
F4.3.4: Cetact	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B4-F: VARIOS**

F4.4.1: B.O.	Tubo / Canaleta
F4.4.3: Bascula	Tubo / Canaleta
F4.4.4: Matainsectos	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**SUBCUADRO C-  
5:EXPEDICION**
**B1-A: ALUMBRADO**

A5.1.1: Cart/Exp/Contr	Tubo / Canaleta
A5.1.2: Cartón	Tubo / Canaleta
A5.1.3: Cartón	Tubo / Canaleta
A5.1.4: Cartón	Tubo / Canaleta
E5.1.5: Emergencia	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B1-F: MAQUINARIA**

F5.1.1: Cinta	Tubo / Canaleta
F5.1.2: Descensor	Tubo / Canaleta
F5.1.3: Mesa Circular	Tubo / Canaleta
F5.1.4: Paletizadora	Tubo / Canaleta
F5.1.5: Muelle	Tubo / Canaleta
F5.1.6: Pta. Seccional	Tubo / Canaleta

**B2-F:**
**CETACT/VARIOS**

F5.2.3: Cetact	Tubo / Canaleta
F5.2.4: Cetact	Tubo / Canaleta
F5.2.5: Cetact	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**B3-F: VARIOS**

F5.3.1: B.O.	Tubo / Canaleta
F5.3.3: Bascula	Tubo / Canaleta
F5.3.4: Matainsectos	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta
Reserva	Tubo / Canaleta

**SUBCUADRO C-  
6:PASARE/AIRE**
**B1-A**

A6.1.1: Pasarela 1	Bandejas Rejillas
A6.1.2: Pasarela 1	Bandejas Rejillas
A6.1.3: Pasarela 2	Bandejas Rejillas
A6.1.4: Pasarela 2	Bandejas Rejillas
E6.1.5: Emergencia	Bandejas Rejillas
E6.1.6: Emergencia	Bandejas Rejillas
E6.1.7: Emergencia	Bandejas Rejillas
E6.1.8: Emergencia	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**B1-F**

F6.1.1: Cetact	Bandejas Rejillas
F6.1.2: Cetact	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas
Reserva	Bandejas Rejillas

**SUBCUADRO C-  
7:VESTUARIOS**
**B1-A**

A7.1.1: Ase, baño, duch	Tubos Empotrados
A7.1.2: Ase, baño, duch	Tubos Empotrados
A7.1.3: Vestuarios	Tubos Empotrados
A7.1.4: Pasillos	Tubos Empotrados
E7.1.5: Emergencia	Tubos Empotrados
E7.1.6: Emergencia	Tubos Empotrados

**B1-F**

F7.1.1: TC	Tubos Empotrados
F7.1.2: TC	Tubos Empotrados
F7.1.3: Secamanos	Tubos Empotrados
F7.1.4: Secamanos	Tubos Empotrados
F7.1.5: Paso Sanitario	Tubos Empotrados
Reserva	Tubos Empotrados

**Tabla 1.8 – Canalizaciones.**

### 11.3. Conductores

Los conductores serán de cobre y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar la situación donde de instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Podrán ser de uno o mas conductores y no inferior a la tensión asignada de 0,6/1 kV, aislados con polietileno reticular (XLPE) y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente a la norma UNE-HD 603. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de alumbrado, y 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de fuerza.

La determinación de la sección de los conductores y la caída de tensión puede consultarse en el apartado correspondiente del anexo del presente proyecto.

En referencia de los conductores de protección serán de cobre y tendrán una sección mínima o igual a la que hace referencia a la tabla 2 de la ITC-BT-19, cogiendo como referencia la sección del conductor de fase de la presente instalación. Los conductores de protección estarán aislados y formarán parte de la conducción de la alimentación.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presentan sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificará por el colore verde-amarillo. Todos los conductores de fase o, en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris. El neutro de color azul.

Se instalarán conductores RETENAX FLEX RV-K 0,6/1 kV o similar, con las siguientes características:

#### Norma constructiva: UNE 21123-2

- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal de servicio: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3.500 V.

#### Ensayo de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 50.265-2-1; IEC 60.332-1; NFC 32.070-C2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50.267-2-1; IEC 60.754-1; Emisión C1H < 14%.

#### Conductor:

- Metal: Cobre electrolítico recocido.
- Flexibilidad: Flexible, clase 5 según UNE 21.022.
- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.



### Aislamiento:

- Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE-HD 603-1.
- Colores: Verde-amarillo, azul, gris, negro y marrón;según UNE 21.089-1

A continuación se observa las secciones a instalar en las diferentes líneas:

#### **CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION**

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
DERIVACION IND. 1	688.477,2	Unipolar	10	4(4x240+TTx120)Cu
DERIVACION IND. 2	688.477,2	Unipolar	10	4(4x240+TTx120)Cu
Batería Condensadores	1.376.954,4	Unipolar	5	4(3x300+TTx150)Cu
C-FRIO	679.030	Unipolar	7	3(4x240+TTx120)Cu
C-CALDERAS	50.000	Multipolar	20	4x35+TTx16Cu
C-AIRE	80.000	Multipolar	120	4x70+TTx35Cu
C-1: ACONDICIONADO	53.742,6	Multipolar	75	4x35+TTx16Cu
C-2: ENTRECUBIERTA	29.908	Multipolar	85	4x16+TTx16Cu
C-3: LONCH Y PELADO	554.472,8	Unipolar	100	3(4x300+TTx150)Cu
C-4: RECEPCIÓN	72.532,6	Multipolar	125	4x70+TTx35Cu
C-5: EXPEDICIÓN	46.214,4	Multipolar	145	4x35+TTx16Cu
C-6: PASARELA	26.865,6	Multipolar	138	4x25+TTx16Cu
C-7: VESTUARIOS	23.003	Multipolar	150	4x25+TTx16Cu
B1-A: A. BODEGAS	11.395,8	Unipolar	0,3	4x6Cu
A0.1.1: Bodega 1	1.879,2	Multipolar	70	2x4+TTx4Cu
A0.1.2: Bodega 1	1.879,2	Multipolar	70	2x4+TTx4Cu
A0.1.3: Bodega 2	1.879,2	Multipolar	90	2x6+TTx6Cu
A0.1.4: Bodega 2	1.879,2	Multipolar	90	2x6+TTx6Cu
A0.1.5: Bodega 3	1.879,2	Multipolar	105	2x6+TTx6Cu
A0.1.6: Bodega 3	1.879,2	Multipolar	105	2x6+TTx6Cu
E0.1.7:Emergencia	59,4	Multipolar	90	2x1.5+TTx2.5Cu
E0.1.8:Emergencia	59,4	Multipolar	140	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
B2-A: A. BODEGAS	10.915,2	Unipolar	0,3	4x2.5Cu
A0.2.1: Ibéricos 1	1.879,2	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu
A0.2.2: Ibéricos 2	1.879,2	Multipolar	40	2x2.5+TTx2.5Cu
A0.2.3: Estufaje 1	1.166,4	Multipolar	55	2x2.5+TTx2.5Cu
A0.2.4: Estufaje 2	1.166,4	Multipolar	60	2x2.5+TTx2.5Cu
A0.2.5: Estufaje 3	1.166,4	Multipolar	65	2x2.5+TTx2.5Cu
A0.2.6: Estufaje 4	1.166,4	Multipolar	70	2x2.5+TTx2.5Cu
A0.2.7: Estufaje 5	1.166,4	Multipolar	75	2x2.5+TTx2.5Cu

A0.2.8: Estufaje 6	1.166,4	Multipolar	85	2x2.5+TTx2.5Cu
E0.2.9: Emergencia	158,4	Multipolar	85	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B3-A: ALUM PASILLO</b>	<b>7.756,2</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x10Cu</b>
A0.3.1: Pasillo 1	1.879,2	Multipolar	130	2x10+TTx10Cu
A0.3.2: Pasillo 1	1.879,2	Multipolar	130	2x10+TTx10Cu
A0.3.3: Pasillo 2	1.879,2	Multipolar	90	2x6+TTx6Cu
A0.3.4: Pasillo 2	1.879,2	Multipolar	90	2x6+TTx6Cu
A0.3.5: Emergencia	111,6	Multipolar	85	2x1.5+TTx2.5Cu
E0.3.6: Emergencia	122,4	Multipolar	135	2x1.5+TTx2.5Cu
RESERVA	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
RESERVA	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
RESERVA	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B4-A: A. CTO/TEC</b>	<b>3.981,6</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x1.5Cu</b>
A0.4.1: Frío	1.044	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu
A0.4.2: Frío	1.044	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu
A0.4.3: Fluid/Cont	1.252,8	Multipolar	17	2x1.5+TTx2.5Cu
A0.4.4: CT/Cuadros	417,6	Multipolar	12	2x1.5+TTx2.5Cu
E0.3.5: Emergencia	145,8	Multipolar	27	2x1.5+TTx2.5Cu
E0.3.6: Emergencia	72	Multipolar	30	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B1-F: CETACT</b>	<b>50.001</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x25Cu</b>
F0.1.1: Frío	10.000	Multipolar	20	4x4+TTx4Cu
F0.1.2: Aire/CT	10.000	Multipolar	35	4x4+TTx4Cu
F0.1.3: Fluidos	10.000	Multipolar	20	4x4+TTx4Cu
F0.1.4: Pasillo 1	10.000	Multipolar	65	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.1.5: Pasillo 2	10.000	Multipolar	120	4x4+TTx4Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
<b>B2-F: PUERTAS</b>	<b>33.752</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x16Cu</b>
F0.2.1: Ibéricos	3.750	Multipolar	55	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.2.2: Estufaje	5.625	Multipolar	65	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.2.3: Estufaje	5.625	Multipolar	75	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.2.4: Bodegas	5.625	Multipolar	75	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.2.5: Bodegas	5.625	Multipolar	110	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.2.6: Bodegas	3.750	Multipolar	105	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.2.7: Bodegas	3.750	Multipolar	135	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
<b>B3-F: USOS VARIOS</b>	<b>1.453</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
F0.3.2: Matainsectos	225	Multipolar	85	2x2.5+TTx2.5Cu

F0.3.3: Matainsectos	225	Multipolar	120	2x2.5+TTx2.5Cu
F0.3.4: Bascu. Aérea	1.000	Multipolar	125	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
<b>B4-F: EXTRACCIÓN</b>	<b>9.376</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
F0.4.1: Frío	3.125	Multipolar	17	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.4.2: Frío	3.125	Multipolar	20	4x2.5+TTx2.5Cu
F0.4.3: Fluidos	3.125	Multipolar	16	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu

#### SUBCUADRO C-1: ACONDICIONADO

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
<b>B1-A: ALUMBRADO</b>	<b>3.853,8</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
A1.1.1: Acondicionado	1.879,2	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
A1.1.2: Acondicionado	1.879,2	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
E1.1.3: Emergencia	90	Multipolar	50	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B2-A: ALUMBRADO</b>	<b>7.606,8</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x4Cu</b>
A1.2.1: Bodega 4	1.879,2	Multipolar	45	2x4+TTx4Cu
A1.2.2: Bodega 4	1.879,2	Multipolar	45	2x4+TTx4Cu
A1.2.3: Bodega 5	1.879,2	Multipolar	55	2x4+TTx4Cu
A1.2.4: Bodega 5	1.879,2	Multipolar	55	2x4+TTx4Cu
E1.2.5: Emergencia	45	Multipolar	47	2x1.5+TTx2.5Cu
E1.2.6: Emergencia	45	Multipolar	57	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B1-F: Maquinaria</b>	<b>11.376</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
F1.1.1: Cintas	2.500	Multipolar	30	4x2.5+TTx2.5Cu
F1.1.2: Cintas	1.250	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu
F1.1.3: Descensor	4.375	Multipolar	15	4x2.5+TTx2.5Cu
F1.1.4: Transportador	1.250	Multipolar	20	4x2.5+TTx2.5Cu
F1.1.5: Puertas	3.750	Multipolar	105	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
<b>B2-F: Maquinaria</b>	<b>10.753</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
F1.2.1: Aplic. Manteca	4.375	Multipolar	10	4x2.5+TTx2.5Cu
F1.2.2: Seca. Manteca	4.375	Multipolar	15	4x2.5+TTx2.5Cu
F1.2.3: Clasificadora	2.500	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu

Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
B3-F: CETACT/VARIOS	20.153	Unipolar	0,3	4x6Cu
F1.3.1: Cetact	10.000	Multipolar	25	4x4+TTx4Cu
F1.3.2: Cetact	10.000	Multipolar	30	4x4+TTx4Cu
F1.3.2: Matainsectos	150	Multipolar	40	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu

#### SUBCUADRO C-2: ENTRECUBIERTA

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
B1-A	4.905	Unipolar	0,3	4x4Cu
A2.1.1: Entrecubierta 1	1.044	Multipolar	58	2x2.5+TTx2.5Cu
A2.1.2: Entrecubierta 2	1.044	Multipolar	58	2x2.5+TTx2.5Cu
A2.1.3: Entrecubierta 3	1.044	Multipolar	75	2x4+TTx4Cu
A2.1.4: Entrecubierta 4	1.044	Multipolar	90	2x4+TTx4Cu
A2.1.5: Entrecubierta 5	626,4	Multipolar	110	2x4+TTx4Cu
E2.1.6: Emergencia	59,4	Multipolar	40	2x1.5+TTx2.5Cu
E2.1.7: Emergencia	39,6	Multipolar	70	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
B1-F: CETACT	25.003	Unipolar	0,3	4x10Cu
F2.1.1: Cetact	10.000	Multipolar	50	4x2.5+TTx2.5Cu
F2.1.2: Cetact	10.000	Multipolar	80	4x4+TTx4Cu
F2.1.2: Cetact	5.000	Multipolar	80	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu

#### SUBCUADRO C-3: LONCHEADO Y PELADO

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
B1-A: ALUMBRADO	11.685,6	Unipolar	0,3	4x10Cu
A3.1.1: Deshuese	2.505,6	Multipolar	48	2x10+TTx10Cu
A3.1.2: Deshuese	2.505,6	Multipolar	45	2x10+TTx10Cu

A3.1.3: Deshuese	2.505,6	Multipolar	42	2x10+TTx10Cu
A3.1.4: Pasillo 3	2.088	Multipolar	40	2x6+TTx6Cu
A3.1.5: Pasillo 3	1.879,2	Multipolar	40	2x6+TTx6Cu
E3.1.6: Emergencia	201,6	Multipolar	67	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B2-A: ALUMBRADO</b>	<b>7.695</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x6Cu</b>
A3.2.1: Loncheado	1.252,8	Multipolar	25	2x2.5+TTx2.5Cu
A3.2.2: Loncheado	1.252,8	Multipolar	32	2x4+TTx4Cu
A3.2.3: Loncheado	1.252,8	Multipolar	39	2x4+TTx4Cu
A3.2.4: Loncheado	1.252,8	Multipolar	46	2x4+TTx4Cu
A3.2.5: Loncheado	1.252,8	Multipolar	50	2x6+TTx6Cu
A3.2.6: Loncheado	1.252,8	Multipolar	55	2x6+TTx6Cu
E3.2.7: Emergencia	93,6	Multipolar	60	2x1.5+TTx2.5Cu
E3.2.8: Emergencia	82,8	Multipolar	67	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B3-A: ALUMBRADO</b>	<b>4.525,2</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x4Cu</b>
A3.3.1: Cuartos	1.044	Multipolar	25	2x2.5+TTx2.5Cu
A3.3.2: Cámaras	835,2	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu
A3.3.3: Pas 4/Cula	1.094,4	Multipolar	38	2x4+TTx4Cu
E3.3.4: Emergencia	75,6	Multipolar	28	2x1.5+TTx2.5Cu
E3.3.5: Emergencia HC	1.440	Multipolar	15	2x1.5+TTx2.5Cu
E3.3.6: Emergencia	30,6	Multipolar	32	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>CAMARAS</b>	<b>95.000</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x120Cu</b>
Cámara Nº 1	23.750	Multipolar	10	4x16+TTx16Cu
Cámara Nº 2	23.750	Multipolar	15	4x16+TTx16Cu
Cámara Nº 3	23.750	Multipolar	20	4x16+TTx16Cu
Cámara Nº 4	23.750	Multipolar	25	4x16+TTx16Cu
<b>B1-F: OTROS</b>	<b>187.502</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x240Cu</b>
F3.0.1: Lava Perchas	37.500	Multipolar	42	4x25+TTx16Cu
F3.0.2: Termoform.	31.250	Multipolar	54	4x25+TTx16Cu
F3.0.3: Termoform.	31.250	Multipolar	64	4x25+TTx16Cu
F3.0.4: Termose.	31.250	Multipolar	25	4x25+TTx16Cu
F3.0.5: Termose.	31.250	Multipolar	30	4x25+TTx16Cu
F3.0.6: Termose.	31.250	Multipolar	35	4x25+TTx16Cu
F3.0.7: Termose.	31.250	Multipolar	40	4x25+TTx16Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
<b>MAQUINA VACÍO</b>	<b>25.000</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x10Cu</b>
Maquina de vacío	12.500	Multipolar	53	4x4+TTx4Cu

Maquina de vacío	12.500	Multipolar	63	4x4+TTx4Cu
B2-F: DESCENSORES	13.126	Unipolar	0,3	4x2.5Cu
F3.1.1: Descensor	4.375	Multipolar	40	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.1.2: Descensor	4.375	Multipolar	35	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.1.3: Descensor	4.375	Multipolar	35	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
B3-F: DESHUESADO 1	13.001	Unipolar	0,3	4x2.5Cu
F3.2.1: Desgubiado	3.750	Multipolar	39	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.2.2: S. Codillo	2.500	Multipolar	47	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.2.3: M. Circular	1.875	Multipolar	53	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.2.4: Cintas	3.750	Multipolar	55	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.2.5: Cintas	3.750	Multipolar	55	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
B4-F: DESHUESADO 2	13.001	Unipolar	0,3	4x2.5Cu
F3.3.1: Desgubiado	3.750	Multipolar	49	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.3.2: S. Codillo	2.500	Multipolar	57	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.3.3: M. Circular	1.875	Multipolar	63	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.3.4: Cintas	3.750	Multipolar	65	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.3.5: Cintas	3.750	Multipolar	65	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
B5-F: LONCHEADORAS	40.002	Unipolar	0,3	4x16Cu
F3.4.1: Loncheador	10.000	Multipolar	10	4x4+TTx4Cu
F3.4.2: Loncheador	10.000	Multipolar	15	4x4+TTx4Cu
F3.4.3: Loncheador	10.000	Multipolar	20	4x4+TTx4Cu
F3.4.4: Loncheador	10.000	Multipolar	25	4x4+TTx4Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
B6-F: PRENSA	40.002	Unipolar	0,3	4x16Cu
F3.5.1: Prensa	10.000	Multipolar	15	4x4+TTx4Cu
F3.5.2: Prensa	10.000	Multipolar	20	4x4+TTx4Cu
F3.5.3: Prensa	10.000	Multipolar	25	4x4+TTx4Cu
F3.5.4: Prensa	10.000	Multipolar	30	4x4+TTx4Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
B7-F: CINTA PESAJE	6.002	Unipolar	0,3	4x2.5Cu
F3.6.1: C. Pesaje	1.500	Multipolar	30	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.6.2: C. Pesaje	1.500	Multipolar	35	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.6.3: C. Pesaje	1.500	Multipolar	40	4x2.5+TTx2.5Cu
F3.6.4: C. Pesaje	1.500	Multipolar	45	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu

Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
B8-F: CETACT	80.001	Unipolar	0,3	4x70Cu
F3.7.1: Deshuese	10.000	Multipolar	55	4x4+TTx4Cu
F3.7.2: Deshuese	10.000	Multipolar	30	4x4+TTx4Cu
F3.7.3: Pasillo 3	10.000	Multipolar	25	4x4+TTx4Cu
F3.7.4: Loncheado	10.000	Multipolar	25	4x4+TTx4Cu
F3.7.5: Loncheado	10.000	Multipolar	45	4x4+TTx4Cu
F3.7.6: Loncheado	10.000	Multipolar	25	4x4+TTx4Cu
F3.7.7: Loncheado	10.000	Multipolar	35	4x4+TTx4Cu
F3.7.8: Pasillo 4/Cul	10.000	Multipolar	40	4x4+TTx4Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu

B9-F: VARIOS	3.929	Unipolar	0,3	4x2.5Cu
F3.8.1: T.C. Uti/Rep	1.600	Multipolar	30	2x2.5+TTx2.5Cu
F3.8.2: T.C. Va/Film	1.200	Multipolar	20	2x2.5+TTx2.5Cu
F3.8.3: Lavabotas	600	Multipolar	15	2x2.5+TTx2.5Cu
F3.8.4: Matainsectos	300	Multipolar	55	2x2.5+TTx2.5Cu
F3.8.5: Matainsectos	225	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu

B10-F: RESISTENCIAS	14.001	Unipolar	0,3	4x4Cu
F3.9.1: Válvulas	2.000	Multipolar	25	2x2.5+TTx2.5Cu
F3.9.2: Resistencia	3.000	Multipolar	15	2x4+TTx4Cu
F3.9.3: Resistencia	3.000	Multipolar	22	2x4+TTx4Cu
F3.9.4: Resistencia	3.000	Multipolar	27	2x4+TTx4Cu
F3.9.5: Resistencia	3.000	Multipolar	33	2x4+TTx4Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu

#### SUBCUADRO C-4: RECEPCION

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
B1-A: ALUMBRADO	4.971,6	Unipolar	0,3	4x2.5Cu
A4.1.1: Recepción	1.044	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu
A4.1.2: Recepción	1.044	Multipolar	50	2x2.5+TTx2.5Cu
A4.1.3: Recepción	1.044	Multipolar	38	2x1.5+TTx2.5Cu
A4.1.4: Recepción	1.044	Multipolar	38	2x1.5+TTx2.5Cu
A4.1.5: Control	676,8	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu

E4.1.6: Emergencia	113,4	Multipolar	45	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B2-A: ALUMBRADO</b>	<b>6.377,4</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
A4.2.1: Clasificación	1.670,4	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
A4.2.2: Clasificación	1.670,4	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
A4.2.3: Clasificación	1.461,6	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
A4.2.4: Clasificación	1.461,6	Multipolar	43	2x2.5+TTx2.5Cu
E4.2.5: Emergencia	111,6	Multipolar	45	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
<b>B1-F: MAQUINARIA</b>	<b>13.126</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
F4.1.1: Cintas	2.500	Multipolar	27	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.1.2: Cintas	1.250	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.1.3: Descensor	4.375	Multipolar	10	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.1.4: Transportador	1.250	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.1.5: Sin Fin	5.625	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
<b>B2-F: MAQUINARIA</b>	<b>10.752,6</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
F4.2.1: Aplic. Manteca	4.375	Multipolar	10	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.2.2: Sec. Manteca	4.375	Multipolar	15	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.2.3: Clasificador	2.500	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.3.5: Muelle	3.125	Multipolar	23	4x2.5+TTx2.5Cu
F4.3.6: Pta. Seccional	1.875	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,25	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
<b>B3-F: CETACT</b>	<b>35.002</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x16Cu</b>
F4.3.1:Cetact	10.000	Multipolar	49	4x4+TTx4Cu
F4.3.2:Cetact	10.000	Multipolar	15	4x4+TTx4Cu
F4.3.3:Cetact	10.000	Multipolar	25	4x4+TTx4Cu
F4.3.4:Cetact	5.000	Multipolar	25	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
<b>B4-F: VARIOS</b>	<b>2.303</b>	<b>Unipolar</b>	<b>0,3</b>	<b>4x2.5Cu</b>
F4.4.1: B.O.	1.500	Multipolar	31	2x2.5+TTx2.5Cu
F4.4.3: Bascula	500	Multipolar	25	2x2.5+TTx2.5Cu
F4.4.4: Matainsectos	300	Multipolar	62	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu



Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
---------	---	------------	-----	----------------

**SUBCUADRO C-5:  
EXPEDICION**

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
B1-A: ALUMBRADO	6.683,4	Unipolar	0,3	4x6Cu
A5.1.1: Cart/Exp/Contr	1.929,6	Multipolar	44	2x6+TTx6Cu
A5.1.2: Cartón	1.461,6	Multipolar	44	2x4+TTx4Cu
A5.1.3: Cartón	1.461,6	Multipolar	44	2x4+TTx4Cu
A5.1.4: Cartón	1.670,4	Multipolar	44	2x6+TTx6Cu
E5.1.5: Emergencia	153	Multipolar	30	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu
 B1-F: MAQUINARIA	 12.375	 Unipolar	 0,3	 4x2.5Cu
F5.1.1: Cinta	1.250	Multipolar	34	4x2.5+TTx2.5Cu
F5.1.2: Descensor	4.375	Multipolar	40	4x2.5+TTx2.5Cu
F5.1.3: Mesa Circular	1.875	Multipolar	28	4x2.5+TTx2.5Cu
F5.1.4: Paletizadora	1.875	Multipolar	17	4x2.5+TTx2.5Cu
F5.1.5: Muelle	3.125	Multipolar	8	4x2.5+TTx2.5Cu
F5.1.6: Pta. Seccional	1.875	Multipolar	10	4x2.5+TTx2.5Cu
 B2-F: CETACT/VARIOS	 25.003	 Unipolar	 0,3	 4x10Cu
F5.2.3: Cetact	10.000	Multipolar	20	4x4+TTx4Cu
F5.2.4: Cetact	10.000	Multipolar	55	4x4+TTx4Cu
F5.2.5: Cetact	5.000	Multipolar	65	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
 B3-F: VARIOS	 2.153	 Unipolar	 0,3	 4x2.5Cu
F5.3.1: B.O.	1.500	Multipolar	5	2x2.5+TTx2.5Cu
F5.3.3: Bascula	500	Multipolar	15	2x2.5+TTx2.5Cu
F5.3.4: Matainsectos	150	Multipolar	37	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu

**SUBCUADRO C-6:  
PASARE/AIRE**

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
B1-A	6.841,8	Unipolar	0,3	4x6Cu
A6.1.1: Pasarela 1	2.088	Multipolar	71	2x6+TTx6Cu
A6.1.2: Pasarela 1	2.088	Multipolar	71	2x6+TTx6Cu
A6.1.3: Pasarela 2	1.252,8	Multipolar	72	2x4+TTx4Cu
A6.1.4: Pasarela 2	1.252,8	Multipolar	55	2x2.5+TTx2.5Cu
E6.1.5: Emergencia	59,4	Multipolar	67	2x1.5+TTx2.5Cu
E6.1.6: Emergencia	39,6	Multipolar	67	2x1.5+TTx2.5Cu
E6.1.7: Emergencia	39,6	Multipolar	95	2x1.5+TTx2.5Cu
E6.1.8: Emergencia	19,8	Multipolar	55	2x1.5+TTx2.5Cu
Reserva	1,8	Multipolar	49	2x1.5+TTx2.5Cu
B1-F	20.004	Unipolar	0,3	4x6Cu
F6.1.1: Cetact	10.000	Multipolar	85	4x4+TTx4Cu
F6.1.2: Cetact	10.000	Multipolar	35	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu

#### SUBCUADRO C-7: VESTUARIOS

	P. cálculo (W)	Cable	L. Línea (m)	Sección (mm²)
B1-A	3.402	Unipolar	0,3	4x1.5Cu
A7.1.1: Ase, baño, duch	745,2	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu
A7.1.2: Ase, baño, duch	1.231,2	Multipolar	25	2x1.5+TTx2.5Cu
A7.1.3: Vestuarios	777,6	Multipolar	20	2x1.5+TTx2.5Cu
A7.1.4: Pasillos	518,4	Multipolar	19	2x1.5+TTx2.5Cu
E7.1.5: Emergencia	72	Multipolar	35	2x1.5+TTx2.5Cu
E7.1.6: Emergencia	57,6	Multipolar	35	2x1.5+TTx2.5Cu
B1-F	19.601	Unipolar	0,3	4x6Cu
F7.1.1: TC	3.200	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
F7.1.2: TC	3.200	Multipolar	35	2x2.5+TTx2.5Cu
F7.1.3: Secamanos	6.000	Multipolar	20	2x6+TTx6Cu
F7.1.4: Secamanos	6.000	Multipolar	25	2x6+TTx6Cu
F7.1.5: Paso Sanitario	1.200	Multipolar	5	2x2.5+TTx2.5Cu
Reserva	1	Multipolar	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu

**Tabla 1.9** – Secciones.

#### 11.4. Protecciones eléctricas.

En el reglamento electrotécnico de baja tensión, especifica claramente las preinscripciones a cumplir en el presente proyecto, para la protección de las instalaciones eléctricas divididas en:

- ITC-BT-22: Protección contra sobreintensidades.
- ITC-BT-23: Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24: Protección contra contactos directos e indirectos.

##### 11.4.1. Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Consiste en disponer en el origen del circuito de un aparato de protección que:

- 1) Desconecte en caso de sobreintensidad en un tiempo menor a la característica  $I^2 \cdot t$  de la conducción.
- 2) No desconecte al paso de la corriente de empleo  $I_B$  del circuito o una fracción de ella.

Para los cortocircuitos inferiores a 5 segundos, la característica del conductor aislado es muy próxima a la fórmula

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

que expresa que el calor aportado al conductor, por la energía de cortocircuito, es proporcional al cuadrado de la sección del mismo.

Siendo:

- |   |  |
|---|--|
| t | = El tiempo de duración del cortocircuito en segundos. |
| S | = La sección del conductor en mm <sup>2</sup> .        |
| I | = La corriente eficaz de cortocircuito en A.           |
| K | = Constante característica del conductor aislado.      |

En conformidad con las reglas del buen hacer (Normativa UNE-EN), un dispositivo de protección, interruptor automático o fusible, asegura correctamente su función de protección si:

Su corriente nominal o de regulación  $I_n$  se sitúa entre la corriente de empleo  $I_B$  y la corriente admisible de la conducción,  $I_z$ , que corresponde a la “zona a” del diagrama de las corrientes definitorias de la protección.

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad \text{zona a}$$

Su corriente convencional de desconexión  $I_2$  es inferior a  $1,45 I_z$ , que corresponde a la “zona a” de diagrama de las corrientes definitorias de la protección.

- Para interruptores automáticos de uso industrial:  $I_2 < 1,30 I_z$
- Para fusibles,  $I_2$  es la corriente que asegura la fusión del fusible en un tiempo convencional de 1 o 2 h, denominada corriente de fusión  $I_f$ .

Su poder de corte ha de ser superior a la corriente máxima de cortocircuito trifásico del punto de instalación, que corresponde a la “zona a” de diagrama de las corrientes definitorias de la protección.

$$PdC \geq I_{cc}(tri) \quad \text{zona c}$$

Determinación de la protección:

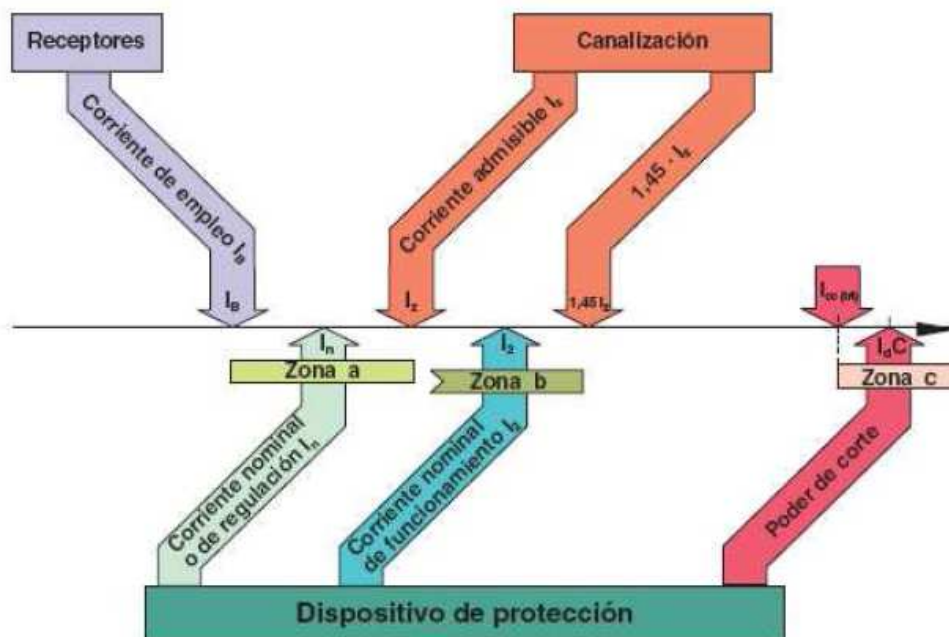


Figura 1.16 – Determinación de la protección.

### Protección contra sobrecargas:

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

**Protección contra cortocircuitos:**

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460-4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432 - Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433 - Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434 - Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435 - Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.
- 436 - Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

**11.4.2. Protección contra sobretensiones.**

Se deben tener presentes tres puntos esenciales:

- El impacto directo o indirecto del rayo sobre una línea puede causar efectos destructivos a kilómetros de distancia del punto de caída.
- Las sobretensiones industriales o de maniobra ocasionan igualmente defectos importantes.
- Las instalaciones de distribución subterráneas, por el solo hecho de serlas, no están protegidas de los rayos, pero reducen el riesgo del impacto directo.

La instrucción ITC-BT-23 trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraunico (numero de días estimados al año que hay tormenta) estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.

- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

#### **11.4.2.1. Clasificación en categorías de las formas de combatir las sobretensiones.**

Las categorías se basan en distinguir los grados de disponibilidad de los materiales, en función de la probabilidad de continuidad de servicio y el riesgo aceptable de fallo del servicio. Con la elección adecuada en la gama de diferentes resistencias de los materiales a los choques eléctricos, permite realizar una coordinación del aislamiento apropiado en la instalación, reduciendo así el riesgo de fallo a valores aceptables, dominando así los efectos de las sobretensiones.

El concepto de categoría de resistencia a los choques eléctricos es utilizado por los materiales que se alimentan directamente de las redes.

**Nota:** las sobretensiones de origen atmosférico no se reducen, significativamente, a lo largo del recorrido de una instalación, por tanto el concepto de atenuación forzada es una aplicación útil.

#### **11.4.2.2. Descripción de las categorías de los materiales.**

En la tabla 1 de la ITC-BT-23 del REBT se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

##### *Categoría I:*

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

##### *Categoría II:*

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.

##### *Categoría III:*

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Ejemplo: armarios de distribución, embarrados, paramenta (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...), etc.

*Categoría IV:*

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Ejemplo: contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.

### 11.4.2.3. Selección de los materiales en la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla 1 de la ITC-BT-23, según su categoría.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-- --	8	6	4	2,5

Tabla 1.10 – Tensión soportada a impulso.

### 11.4.3. La protección contra contactos directos e indirectos.

Se basa en la filosofía de que las partes conductoras accesibles no deben ser peligrosas, utilizando Muy Bajas Tensiones de Seguridad (MBTS), las cuales no son capaces de llegar a poder establecer un circuito a través del cuerpo humano. De conformidad a la ITC-BT-36.

Distinguiremos tres niveles de circuitos:

**MBTS.** Muy Bajas Tensiones de Seguridad: nos referimos a circuitos alimentados a través de un transformador de seguridad (aislamiento y separación de bobinados) de conformidad a la normas de construcción UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61.558-2-4 o fuentes equivalentes. Cuya tensión de salida no sea superior a 50 V en corriente alterna o 75 V en corriente continua alisada y las masas no están conectadas a un circuito de protección.

**MBTP.** Muy Bajas Tensiones de Protección: nos referimos a circuitos alimentados a través de un transformador de seguridad (aislamiento y separación de bobinados) de conformidad a la normas de construcción UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61.558-2-4 o fuentes equivalentes. Cuya tensión de salida no sea superior a 50 V en corriente alterna o 75 V en corriente continua alisada y las masas están conectadas a un circuito de protección (tierra) y esta conexión puede ser realizada a través del conductor de protección del circuito del primario.

**MBTF.** Muy Bajas Tensiones Funcionales: nos referimos a circuitos alimentados a través de un transformador o fuente que no son de seguridad o sus circuitos no disponen de aislamiento de protección frente a otros circuitos. Cuya tensión de salida no sea superior a 50 V en corriente alterna o 75 V en corriente continua alisada. Para estos circuitos deberemos aplicar técnicas de protección contra contactos indirectos.

#### **11.4.3.1. Protección contra contactos directos.**

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la norma UNE 20.460-4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

La definición de cada uno de las protecciones anteriores se encuentra en el reglamento electrotécnico de baja tensión, en el apartado 3 de la ITC-BT-24, teniendo que cumplir los aspectos que implican en la nave industrial.

#### **11.4.3.2. Protección contra contactos indirectos.**

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante un corte automático de la alimentación. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo prolongado y pueda dar como resultado un alto riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en la corriente alterna, en condiciones normales y en 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos para un mismo dispositivo de protección, tienen que ser interconectados y unidos por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador tienen que conectarse a tierra.

Esta medida de protección está destinada a impedir todo contacto simultáneo con partes que puedan estar a potenciales diferentes, debido a un defecto del aislamiento principal de partes activas.



### **11.5. Aparamenta de protección contra sobreintensidades.**

Este aparato de conexión es capaz de cerrar y abrir un circuito para intensidades por debajo de su poder de corte.

Las funciones a asegurar son:

- Cerrar el circuito.
- Conducir la corriente.
- Abrir el circuito y cortar la corriente.
- Asegurar aislamiento.

Las exigencias de instalación, de optimización de coste, de gestión de la disponibilidad y de seguridad, inducen distintas opciones tecnológicas concernientes al interruptor automático.

*Habrá que cumplir con la norma **UNE 60.947-2** tal como se especifica en el pliego de condiciones donde también se especifica la Coordinación entre interruptores.*

#### **11.5.1. La selectividad.**

Consiste en asegurar la coordinación entre las características de funcionamiento en serie de tal manera que en caso de defecto aguas abajo, sólo el interruptor situado inmediatamente encima del defecto abre, ver apartado correspondiente en el pliego condiciones.

La selectividad de las protecciones es un punto clave para la continuidad de servicio.

La selectividad puede ser:

- Parcial.
- Total.

Según las características de la asociación de las protecciones.

La UNE 60.947-2 define un valor de intensidad ( $I_s$ ) cuyo valor es límite de selectividad.

La selectividad sólo puede ser garantizada por el fabricante que recoja sus ensayos en tablas.

### 11.5.2. Gama de interruptores empleados en el proyecto.

#### *Interruptor automático de caja moldeada:*

**Existen dos familias:**

#### Compact NSX < 630A:

Compact NSX100 a 630 ofrece unas altas prestaciones y una amplia gama de unidades de control intercambiables para proteger la mayoría de las aplicaciones. Las versiones electrónicas ofrecen una protección de alta precisión con amplias gamas de regulaciones y pueden integrar funciones de medida y de comunicación.

Todos los aparatos Compact NSX se pueden proteger contra los defectos de aislamiento agregando un bloque Vigi o un relé Vigirex.

Los interruptores automáticos Compact NSX y los auxiliares cumplen las siguientes normas:

- Recomendaciones internacionales:
  - IEC 60.947-1: normas generales
  - IEC 60.947-2: interruptores automáticos
  - IEC 60.947-3: interruptores seccionadores
  - IEC 60.947-4: contactores y arrancadores
  - IEC 60.947-5.1 y siguientes: aparatos de circuitos de control y elementos de conmutación; componentes de control automático
- Normas europeas (EN 60.947-1 y EN 60.947-2)



Compact NSX100/160/250.



Compact NSX400/630.

**Figura 1.17 – Interruptor automático de caja moldeada: Compact NSX < 630A.**

Protección diferencial: Existen dos formas de añadir protección diferencial a cualquiera de los interruptores automáticos Compact NSX100 a 630 de tres o cuatro polos equipados con una unidad de control magnética, magnetotérmica o Micrologic 2, 5 ó 6:

- Añadiendo un bloque Vigi al interruptor automático a fin de formar un Vigicompact NSX.
- Usando un relé Vigirex y toroidales separados.

Interruptores automáticos Vigicompact NSX100 a 630 con protección diferencial:

La incorporación del bloque Vigi no afecta a las características del interruptor:

- Cumplimiento de normas
- Grado de protección, aislamiento frontal de clase II
- Seccionamiento plenamente aparente
- Características eléctricas
- Características de la unidad de control
- Modos de instalación y conexión
- Auxiliares de señalización, medida y control
- Accesorios de instalación y conexión.



**Figura 1.18**– Bloque Vigi para Vigicompact.

### Compact NS > 630A:

La nueva gama Compact NS responde a todas las aplicaciones:

- Protección de la distribución BT (hasta 1.000 V CA, corriente continua, 400 Hz).
- Protección de arranque de motores de gran potencia.
- Control de circuitos (interruptor seccionador/automático).

Una gama coherente y homogénea:

- Intensidad nominal de 630 a 3.200 A.
- Un solo volumen de 630 a 3.200 A para cualquier poder de corte N, H o L.
- Tri y tetrapolares.
- Aparato fijo o seccionable.
- Regulación de largo retardo de 0,4 a 1 In por escalones.
- Tensión de empleo hasta 690 V CA.
- Poder de corte de 50 a 150 kA a 380/415 V CA.
- Variante interruptor seccionador NA.
- Alimentación superior e inferior.

La gama Compact NS cumple con las principales normas y homologaciones:

- IEC 60.947-1 y 60.947-2.
- IEC 68.230 para la tropicalización de tipo 2.
- Variante UL 489, ver documentación específica.



**Figura 1.19** – Interruptor automático de caja moldeada: Compact NS > 630A.

#### Unidades de control Micrologic:

Es la unidad de control que incorpora los interruptores automáticos calculados para las protecciones de los trafos y otros equipos.

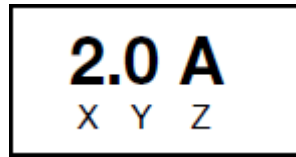
Todos los interruptores automáticos están equipados con una unidad de control **Micrologic** totalmente intercambiable.

Las unidades de control están concebidas para asegurar la protección de los circuitos de potencia y de los receptores.

Las alarmas son programables para señalar a distancia.

Las medidas de intensidad, tensión, frecuencia, potencia, calidad de energía, optimizan la continuidad de servicio y la gestión de la energía.

Denominación de los Micrologic:



**Figura 1.20** – Denominación de los Micrologic.

- X: tipo de protección
  - 2 para una protección de base.
  - 5 para una protección selectiva.
  - 6 para una protección selectiva + tierra.
  - 7 para una protección selectiva + diferencial.
- Y: generación de la unidad de control.  
Identificación de las diferentes generaciones. 0 para la 1ª.
- Z: tipo de medida.
  - A para “amperímetro”.
  - P para “potencia”.
  - H para “armónico”.



**Figura 1.21** – Unidad de control Micrologic.

### ***Interruptores Automáticos Modulares:***

#### **Interruptores automáticos magnetotérmicos hasta 63 A C60.**

- Corriente nominal: de 1 a 63 A
- Amplia selección de capacidades de corte y curvas de disparo: B,C,D...
- Cumplimiento de las normas: IEC EN 60898 o IEC 60947-2 en función de la versión, certificado por las autoridades oficiales nacionales
- Adecuado para aislamiento según las normas industriales: IEC60947
- Tensión de funcionamiento: hasta 440 V CA, tensión de aislamiento: 500 V
- Módulos de fugas de tierra adicionales opcionales: Vigí C60
- Auxiliares opcionales: indicación de estado y disparo, disparo de emisión, disparo de subtensión, disparo de sobretensión



**Figura 1.22** – Interruptor automático magnetotérmico hasta 63 A C60.

#### **Interruptores automáticos magnetotérmicos hasta 125 A C120.**

- Corriente nominal: de 10 a 125 A
- Amplia selección de capacidades de corte y curvas de disparo: B, C, D...
- Cumplimiento de las normas: IEC EN 60.898 o IEC 60.947-2 en función de la versión, certificado por las autoridades oficiales nacionales
- Adecuado para aislamiento según las normas industriales: IEC60.947
- Tensión de funcionamiento: hasta 440 V CA, tensión de aislamiento: 500 V
- Módulos de fugas de tierra adicionales opcionales: Vigí C120
- Auxiliares opcionales: indicación de estado y disparo, disparo de emisión, disparo de subtensión, disparo de sobretensión



**Figura 1.23** - Interruptor automático magnetotérmico hasta 125 A C120.

El interruptor automático diferencial C60 está compuesto de un automático de base, a la derecha del cual se adapta el dispositivo diferencial a corriente residual (bloque Vigí):

- Los bloques adaptables Vigí C60 se presentan en 3 versiones:
  - Bloque Vigí para calibres  $C60 \leq 25 \text{ A}$ .
  - Bloques Vigí para calibres  $\leq 40 \text{ A}$  y  $\leq 63 \text{ A}$  (1).
- La inviolabilidad de la asociación está asegurada por el precinto de tapa-tornillo y del cubrebornes suministrado con el bloque Vigí. Un dispositivo impide el montaje del bloque Vigí C60 para calibres  $\leq 25 \text{ A}$  en los automáticos C60 de grandes calibres (40 y 63).

Conformidad con las normas para la combinación de módulo C60 + Vigí C60: IEC EN 61.009 con certificación de las autoridades oficiales nacionales, IEC 60.947-2 .

El circuito automático C60 conserva las mismas características cuando se combina con un módulo Vigí C60.

Además de la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos, el interruptor automático diferencial:

- Protege las personas contra los contactos indirectos (30, 300 mA).
- Asegurar una protección complementaria contra los contactos directos (30 mA).
- Proteger las instalaciones eléctricas contra los defectos de aislamiento y los riesgos de incendio.



Figura 1.24 – Bloque Vigí para C60.

El bloque diferencial de corriente residual Vigí C120 es de tipo electromecánico, es decir, funciona sin alimentación auxiliar; gracias a ello su campo de aplicación es muy amplio.

Se adapta al interruptor automático C120 de 10 a 125 A para realizar:

- La protección de las instalaciones eléctricas contra los defectos de aislamiento.
- La protección de personas contra contactos indirectos: sensibilidad media (300, 500, 1.000 mA).
- Protección complementaria de las personas contra los contactos directos: alta sensibilidad (30 mA).

Conforme la norma UNE-EN 61.009. No se produce decalaje térmico en el interruptor automático al adaptarse el bloque diferencial.

No es posible el acoplamiento entre el interruptor automático y el bloque diferencial si no coinciden el número de polos de ambos.

Los interruptores automáticos C120 asociados a bloques Vigí conservan sus características y siguen siendo compatibles con los auxiliares de señalización o de mando.



**Figura 1.25** – Bloque Vigí para C120.

A continuación se observa las protecciones instalar en las diferentes líneas:

**Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
DERIVACION IND 1.	Compact NS1600N	Micrologic 7.0
DERIVACION IND 2.	Compact NS1600N	Micrologic 7.0
Batería Condensadores	Compact NS2000N	Micrologic 7.0
C-FRIO	Compact NS1250N	Micrologic 7.0
C-CALDERAS	C120N	Bloque Vigí para C120
C-AIRE	Compact NSX160N	TM-D con Vigí
C-1: ACONDICIONADO	C120N	Bloque Vigí para C120
C-2: ENTRECUBIERTA	C60N	Bloque Vigí para C60
C-3: LONCH Y PELADO	Compact NS1250N	Micrologic 5.0
C-4: RECEPCIÓN	Compact NSX160N	TM-D con Vigí
C-5: EXPEDICIÓN	C120N	Bloque Vigí para C120
C-6: PASARELA	C60N	Bloque Vigí para C60
C-7: VESTUARIOS	C60N	Bloque Vigí para C60
B1-A: ALUM BODEGAS	C60N	Bloque Vigí para C60
A0.1.1: Bodega 1	C60N	-
A0.1.2: Bodega 1	C60N	-
A0.1.3: Bodega 2	C60N	-
A0.1.4: Bodega 2	C60N	-
A0.1.5: Bodega 3	C60N	-
A0.1.6: Bodega 3	C60N	-
E0.1.7: Emergencia	C60N	-
E0.1.8: Emergencia	C60N	-
RESERVA	C60N	-



B2-A: A. BODEGAS	C60N	Bloque Vigí para C60
A0.2.1: Ibéricos 1	C60N	-
A0.2.2: Ibéricos 2	C60N	-
A0.2.3: Estufaje 1	C60N	-
A0.2.4: Estufaje 2	C60N	-
A0.2.5: Estufaje 3	C60N	-
A0.2.6: Estufaje 4	C60N	-
A0.2.7: Estufaje 5	C60N	-
A0.2.8: Estufaje 6	C60N	-
E0.2.9: Emergencia	C60N	-
B3-A: ALUM PASILLO	C60N	Bloque Vigí para C60
A0.3.1: Pasillo 1	C60N	-
A0.3.2: Pasillo 1	C60N	-
A0.3.3: Pasillo 2	C60N	-
A0.3.4: Pasillo 2	C60N	-
A0.3.5: Emergencia	C60N	-
E0.3.6: Emergencia	C60N	-
RESERVA	C60N	-
RESERVA	C60N	-
RESERVA	C60N	-
B4-A: ALUM CTO TEC	C60N	Bloque Vigí para C60
A0.4.1: Frío	C60N	-
A0.4.2: Frío	C60N	-
A0.4.3: Fluid/Cont	C60N	-
A0.4.4: Cuadros/CT	C60N	-
E0.4.5: Emergencia	C60N	-
E0.4.6: Emergencia	C60N	-
RESERVA	C60N	-
RESERVA	C60N	-
RESERVA	C60N	-
B1-F: CETACT	C120N	Bloque Vigí para C120
F0.1.1: Frío	C60N	-
F0.1.2: Aire/CT	C60N	-
F0.1.3: Fluidos	C60N	-
F0.1.4: Pasillo 1	C60N	-
F0.1.5: Pasillo 2	C60N	-
Reserva	C60N	-
B2-F: PUERTAS	C120N	Bloque Vigí para C120
F0.2.1: Ibéricos	C60N	-
F0.2.2: Estufaje	C60N	-
F0.2.3: Estufaje	C60N	-
F0.2.4: Bodegas	C60N	-

F0.2.5: Bodegas	C60N	-
F0.2.6 :Bodegas	C60N	-
F0.2.7: Bodegas	C60N	-
RESERVA	C60N	-
RESERVA	C60N	-
 B3-F: USOS VARIOS	 C60N	 Bloque Vigí para C60
F0.3.2: Matainsectos	C60N	-
F0.3.3: Matainsectos	C60N	-
F0.3.4: Bascu. Aérea	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
 B4-F: EXTRACCION	 C60N	 Bloque Vigí para C60
F0.4.1: Frío	C60N	-
F0.4.2: Frío	C60N	-
F0.4.2: Fluidos	C60N	-
RESERVA	C60N	-

**SUBCUADRO  
ACONDICIONADO**
**C-1:**

Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
 B1-A: ALUMBRADO	 C60N	 Bloque Vigí para C60
A1.1.1: Acondicionado	C60N	-
A1.1.2: Acondicionado	C60N	-
E1.1.3: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
 B2-A: ALUMBRADO	 C60N	 Bloque Vigí para C60
A1.2.1: Bodega 4	C60N	-
A1.2.2: Bodega 4	C60N	-
A1.2.3: Bodega 5	C60N	-
A1.2.4: Bodega 5	C60N	-
E1.2.5: Emergencia	C60N	-
E1.2.6: Emergencia	C60N	-
 B1-F: Maquinaria	 C60N	 Bloque Vigí para C60
F1.1.1: Cintas	C60N	-
F1.1.2: Cintas	C60N	-
F1.1.3: Descensor	C60N	-

F1.1.4: Transportador	C60N	-
F1.1.5: Puertas	C60N	-
Reserva	C60N	-
B2-F: Maquinaria	C60N	Bloque Vigí para C60
F1.2.1: Aplic. Manteca	C60N	-
F1.2.2: Seca. Manteca	C60N	-
F1.2.3: Clasificadora	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B3-F: CETACT/VARIOS	C60N	Bloque Vigí para C60
F1.3.1: Cetact	C60N	-
F1.3.2: Cetact	C60N	-
F1.3.2: Matainsectos	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-

**SUBCUADRO  
ENTRECUBIERTA**

**C-2:**

Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
B1-A	C60N	Bloque Vigí para C60
A2.1.1: Entrecubierta 1	C60N	-
A2.1.2: Entrecubierta 2	C60N	-
A2.1.3: Entrecubierta 3	C60N	-
A2.1.4: Entrecubierta 4	C60N	-
A2.1.5: Entrecubierta 5	C60N	-
E2.1.6: Emergencia	C60N	-
E2.1.7: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B1-F: CETACT	C60N	Bloque Vigí para C60
F2.1.1: Cetact	C60N	-
F2.1.2: Cetact	C60N	-
F2.1.2: Cetact	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-

**SUBCUADRO C-3: LONCH Y PELADO**

Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
B1-A: ALUMBRADO	C60N	Bloque Vigí para C60
A3.1.1: Deshuese	C60N	-
A3.1.2: Deshuese	C60N	-
A3.1.3: Deshuese	C60N	-
A3.1.4: Pasillo 3	C60N	-
A3.1.5: Pasillo 3	C60N	-
E3.1.6: Emergencia	C60N	-
B2-A: ALUMBRADO	C60N	Bloque Vigí para C60
A3.2.1: Loncheado	C60N	-
A3.2.2: Loncheado	C60N	-
A3.2.3: Loncheado	C60N	-
A3.2.4: Loncheado	C60N	-
A3.2.5: Loncheado	C60N	-
A3.2.6: Loncheado	C60N	-
E3.2.7: Emergencia	C60N	-
E3.2.8: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
B3-A: ALUMBRADO	C60N	Bloque Vigí para C60
A3.3.1: Cuartos	C60N	-
A3.3.2: Cámaras	C60N	-
A3.3.3: Pas 4/Cula	C60N	-
E3.3.4: Emergencia	C60N	-
E3.3.5: Emergencia HC	C60N	-
E3.3.6: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
CAMARAS	Compact NSX250F	TM-D con Vigí
Cámara N° 1	C60N	-
Cámara N° 2	C60N	-
Cámara N° 3	C60N	-
Cámara N° 4	C60N	-
B1-F: OTROS	Compact NSX400N	Micrologic 2.3 con Vigí
F3.0.1: Lava Perchas	C120N	-
F3.0.2: Termoform.	C60N	-
F3.0.3: Termoform.	C60N	-
F3.0.4: Termose.	C60N	-

F3.0.5: Termose.	C60N	-
F3.0.6: Termose.	C60N	-
F3.0.7: Termose.	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
MAQUINA VACÍO	C60N	Bloque Vigí para C60
Maquina de vacío	C60N	-
Maquina de vacío	C60N	-
B2-F: DESCENSORES	C60N	Bloque Vigí para C60
F3.1.1: Descensor	C60N	-
F3.1.2: Descensor	C60N	-
F3.1.3: Descensor	C60N	-
Reserva	C60N	-
B3-F: DESHUESADO 1	C60N	Bloque Vigí para C60
F3.2.1: Desgubiado	C60N	-
F3.2.2: S. Codillo	C60N	-
F3.2.3: M. Circular	C60N	-
F3.2.4: Cintas	C60N	-
F3.2.5: Cintas	C60N	-
Reserva	C60N	-
B4-F: DESHUESADO 2	C60N	Bloque Vigí para C60
F3.3.1: Desgubiado	C60N	-
F3.3.2: S. Codillo	C60N	-
F3.3.3: M. Circular	C60N	-
F3.3.4: Cintas	C60N	-
F3.3.5: Cintas	C60N	-
Reserva	C60N	-
B5-F: LONCHEADORAS	C120N	Bloque Vigí para C120
F3.4.1: Loncheador	C60N	-
F3.4.2: Loncheador	C60N	-
F3.4.3: Loncheador	C60N	-
F3.4.4: Loncheador	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B6-F: PRENSA	C120N	Bloque Vigí para C120
F3.5.1: Prensa	C60N	-
F3.5.2: Prensa	C60N	-
F3.5.3: Prensa	C60N	-
F3.5.4: Prensa	C60N	-
Reserva	C60N	-

Reserva	C60N	-
B7-F: CINTA PESAJE	C60N	Bloque Vigí para C60
F3.6.1: C. Pesaje	C60N	-
F3.6.2: C. Pesaje	C60N	-
F3.6.3: C. Pesaje	C60N	-
F3.6.4: C. Pesaje	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B8-F: CETACT	Compact NSX160F	TM-D con Vigí
F3.7.1: Deshuese	C60N	-
F3.7.2: Deshuese	C60N	-
F3.7.3: Pasillo 3	C60N	-
F3.7.4: Loncheado	C60N	-
F3.7.5: Loncheado	C60N	-
F3.7.6: Loncheado	C60N	-
F3.7.7: Loncheado	C60N	-
F3.7.8: Pasillo 4/Cul	C60N	-
Reserva	C60N	-
B9-F: VARIOS	C60N	Bloque Vigí para C60
F3.8.1: T.C. Utí/Rep	C60N	-
F3.8.2: T.C. Va/Film	C60N	-
F3.8.3: Lavabotas	C60N	-
F3.8.4: Matainsectos	C60N	-
F3.8.5: Matainsectos	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B10-F: RESISTENCIAS	C60N	Bloque Vigí para C60
F3.9.1: Válvulas	C60N	-
F3.9.2: Resistencia	C60N	-
F3.9.3: Resistencia	C60N	-
F3.9.4: Resistencia	C60N	-
F3.9.5: Resistencia	C60N	-
Reserva	C60N	-

**SUBCUADRO C-4: RECEPCION**

Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
B1-A: ALUMBRADO	C60N	Bloque Vigí para C60
A4.1.1: Recepción	C60N	-
A4.1.2: Recepción	C60N	-
A4.1.3: Recepción	C60N	-
A4.1.4: Recepción	C60N	-
A4.1.5: Control	C60N	-
E4.1.6: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B2-A: ALUMBRADO	C60N	Bloque Vigí para C60
A4.2.1: Clasificación	C60N	-
A4.2.2: Clasificación	C60N	-
A4.2.3: Clasificación	C60N	-
A4.2.4: Clasificación	C60N	-
E4.2.5: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
B1-F: MAQUINARIA	C60N	Bloque Vigí para C60
F4.1.1: Cintas	C60N	-
F4.1.2: Cintas	C60N	-
F4.1.3: Descensor	C60N	-
F4.1.4: Transportador	C60N	-
F4.1.5: Sin Fin	C60N	-
Reserva	C60N	-
B2-F: MAQUINARIA	C60N	Bloque Vigí para C60
F4.2.1: Aplic. Manteca	C60N	-
F4.2.2: Sec. Manteca	C60N	-
F4.2.3: Clasificador	C60N	-
F4.3.5: Muelle	C60N	-
F4.3.6: Pta. Seccional	C60N	-
Reserva	C60N	-
B3-F: CETACT	C120N	Bloque Vigí para C120
F4.3.1:Cetact	C60N	-
F4.3.2:Cetact	C60N	-
F4.3.3:Cetact	C60N	-
F4.3.4:Cetact	C60N	-
Reserva	C60N	-

Reserva	C60N	-
B4-F: VARIOS	C60N	Bloque Vigí para C60
F4.4.1: B.O.	C60N	-
F4.4.3: Bascula	C60N	-
F4.4.4: Matainsectos	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-

**SUBCUADRO C-5: EXPEDICION**

Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
B1-A: ALUMBRADO	C60N	Bloque Vigí para C60
A5.1.1: Cart/Exp/Contr	C60N	-
A5.1.2: Cartón	C60N	-
A5.1.3: Cartón	C60N	-
A5.1.4: Cartón	C60N	-
E5.1.5: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B1-F: MAQUINARIA	C60N	Bloque Vigí para C60
F5.1.1: Cinta	C60N	-
F5.1.2: Descensor	C60N	-
F5.1.3: Mesa Circular	C60N	-
F5.1.4: Paletizadora	C60N	-
F5.1.5: Muelle	C60N	-
F5.1.6: Pta. Seccional	C60N	-
B2-F: CETACT/VARIOS	C60N	Bloque Vigí para C60
F5.2.3: Cetact	C60N	-
F5.2.4: Cetact	C60N	-
F5.2.5: Cetact	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
B3-F: VARIOS	C60N	Bloque Vigí para C60
F5.3.1: B.O.	C60N	-
F5.3.3: Bascula	C60N	-
F5.3.4: Matainsectos	C60N	-
Reserva	C60N	-



Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
<b>SUBCUADRO PASARE/AIRE C-6:</b>		
Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
B1-A	C60N	Bloque Vigí para C60
A6.1.1: Pasarela 1	C60N	-
A6.1.2: Pasarela 1	C60N	-
A6.1.3: Pasarela 2	C60N	-
A6.1.4: Pasarela 2	C60N	-
E6.1.5: Emergencia	C60N	-
E6.1.6: Emergencia	C60N	-
E6.1.7: Emergencia	C60N	-
E6.1.8: Emergencia	C60N	-
Reserva	C60N	-
B1-F	C60N	Bloque Vigí para C60
F6.1.1: Cetact	C60N	-
F6.1.2: Cetact	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
Reserva	C60N	-
<b>SUBCUADRO C-7: VESTUARIOS</b>		
Denominación	Interruptor automático	Protección diferencial
B1-A	C60N	Bloque Vigí para C60
A7.1.1: Aseo, baño, ducha	C60N	-
A7.1.2: Aseo, baño, ducha	C60N	-
A7.1.3: Vestuarios	C60N	-
A7.1.4: Pasillos	C60N	-
E7.1.5: Emergencia	C60N	-
E7.1.6: Emergencia	C60N	-
B1-F	C60N	Bloque Vigí para C60
F7.1.1: TC	C60N	-
F7.1.2: TC	C60N	-
F7.1.3: Secamanos	C60N	-
F7.1.4: Secamanos	C60N	-
F7.1.5: Paso Sanitario	C60N	-
Reserva	C60N	-

Tabla 1.11 – Protecciones instaladas.

## **12. Toma a tierra.**

La toma a tierra se establece principalmente a fin de eliminar la tensión que, respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos.

La toma y conexión a tierra es la unión eléctrica, sin fusible ni protección alguna, por un lado del circuito eléctrico con un conductor no perteneciente a la misma, mediante una toma a tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de la toma a tierra se habrá conseguido que en el conjunto de las instalaciones de la nave y superficies próximas del terreno no aparezca diferencia de potencial peligrosa y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen climatológicas.

### **12.1. Uniones a tierra.**

Las disposiciones de la tomas a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadas, por razones de protección o razones funcionales, según las preinscripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que asegures la toma a tierra tienen que ser tales que:

- El valor de la resistencia de toma a tierra este conforme con la norma de protección y de funcionamiento de las instalaciones y se mantengan de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica queda asegurada con independencia de las condiciones de influencia externa.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrolisis que puedan afectar a otras partes metálicas.

### **12.2. Tomas a tierra.**

Para las tomas a tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras y tubos.
- Platinas y conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas por elementos citados anteriormente o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterrados con excepción de las armaduras pretensazas.
- Otros conductores enterrados que se demuestren que son apropiados.

Los conductores de Cu desnudo utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. El tipo y la profundidad de enterrado de las tomas a tierra tienen que ser tales que la posibilidad de pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo o otros efectos climáticos no aumente la resistencia de la toma a tierra por encima de los valores previstos. La profundidad será mayor a 0,5 m.

### 12.3. Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, estando estos enterrados, tendrá que estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla 1 de la ITC-BT-18 del REBT.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 1.12 – Sección mínima para los conductores de tierra enterrados.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### 12.4. Bornes de toma a tierra.

En toda instalación de tomas a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de toma a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### 12.5. Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red.
- A un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la figura, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

**Tabla 1.13** – Sección mínima para los conductores de protección.

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la figura solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la figura.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

#### **12.6. Conductores equipotenciales.**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de  $6 \text{ mm}^2$ . Sin embargo, su sección puede ser reducida a  $2,5 \text{ mm}^2$ , si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

#### **12.7. Resistencia de las tomas a tierra.**

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La tabla 3 de la ITC-BT-18 muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 1.14 – Resistividad del terreno según su naturaleza.

La medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la tabla 5 de la ITC-BT-18, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
$\rho$ , resistividad del terreno (Ohm.m) $P$ , perímetro de la placa (m) $L$ , longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 1.15 – Estimación del valor medio local de la resistividad del terreno.

## 12.8. Tomas a tierra independiente.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### **12.9. Separación entre las tomas a tierra de las masas de la instalación de utilización y las masas de un centro de transformación.**

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Si no se hace el control de independencia, entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- 1) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- 2) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ( $<100$  ohmios x m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula especificada en el apartado 11 de la ITC-BT-18 del REBT.

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \Pi \cdot U}$$

- 3) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \cdot R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máximo aplicada, definida en el punto 1.1 de la MIERAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación cuyo valor tendrá que ser inferior a 1.000V.

**12.10. Tomas a tierra a instalar.**

Los conductores utilizados en las líneas a tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerá una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal que la máxima corriente de cortocircuito para estos, en caso de defecto o descarga atmosférica, no lleve a estos conductores a una temperatura próxima a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

A efectos de dimensionar las secciones, el tiempo mínimo a considerar por la duración del defecto a la frecuencia de la red, será de un segundo.

A pesar de lo comentado anteriormente, en ningún caso se admitirán secciones inferiores a  $25 \text{ mm}^2$  en el caso de cobre y de  $50 \text{ mm}^2$  en el caso de acero.

Podrán utilizarse como conductores a tierra las estructuras de acero de fijación de los elementos de la instalación, siempre que cumplan las características generales exigidas a los conductores y a su instalación. Por lo que es aplicable a las armaduras de hormigón armado, a no ser en caso de tratarse de armaduras pretensadas, en este caso se prohíbe el uso de los conductores a tierra.

**12.11. Solución final tomas a tierra a instalar. Puesta a tierra única.**

Tal y como se ha comprobado en los anexos, la puesta a tierra de utilización y la de protección puede ir combinadas constituyendo una única puesta a tierra si la tensión de defecto es igual o inferior a 1.000V.

De todas formas además de unir todas las puestas a tierra para que sea posible la puesta única, se tendrá que hacer la instalación tal y como se muestra en la memoria y en los cálculos respetando las condiciones como si no se tratara de puesta a tierra única.

Todas las puestas a tierra de utilización, nave industrial, vestuarios y sala de maquinas, estarán interconectadas entre sí formando un electrodo de puesta a tierra de  $1,55\Omega$ .

**12.11.1. Nave industrial.**

La solución adoptada para la puesta a tierra de la nave industrial será la siguiente; conductores enterrados horizontalmente, por todo el perímetro de la nave creando un entramado de conexiones con las vigas metálicas de la estructura, los conductores enterrados tendrán una sección de  $50 \text{ mm}^2$  y serán de Cu desnudo, con una longitud total de 340m. Los electrodos serán picas con diámetro de 14 mm y una longitud de 2m cada una de ellas, con un total a instalar de 4 picas. La resistividad del terreno es de  $400\Omega\cdot\text{m}$ , obteniendo una resistencia total de  $2,26\Omega$ .

**12.11.2. Vestuario.**

La solución adoptada para la puesta a tierra del vestuario será la siguiente; conductores enterrados horizontalmente, por todo el perímetro creando un entramado



de conexiones con las vigas metálicas de la estructura, los conductores enterrados tendrán una sección de  $50 \text{ mm}^2$  y serán de Cu desnudo, con una longitud total de 56 m. Los electrodos serán picas con diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m cada una de ellas, con un total a instalar de 4 picas. La resistividad del terreno es de  $400 \Omega \cdot \text{m}$ , obteniendo una resistencia total de  $11,63 \Omega$ .

#### **12.11.3. Sala de máquinas.**

La solución adoptada para la puesta a tierra de la sala de máquinas será la siguiente; conductores enterrados horizontalmente, por todo el perímetro creando un entramado de conexiones con las vigas metálicas de la estructura, los conductores enterrados tendrán una sección de  $50 \text{ mm}^2$  y serán de Cu desnudo, con una longitud total de 80 m. Los electrodos serán picas con diámetro de 14 mm y una longitud de 2m cada una de ellas, con un total a instalar de 4 picas. La resistividad del terreno es de  $400 \Omega \cdot \text{m}$ , obteniendo una resistencia total de  $8,62 \Omega$ .

#### **12.11.4. Puesta a tierra única.**

Se interconectan la puesta a tierra de protección con valor de  $20,25 \Omega$  y la puesta a tierra de utilización con un valor de  $1,55 \Omega$ , obteniendo un valor final de  $1,44 \Omega$  y una tensión de contacto cuando hay un defecto en MT de 576 V, valor inferior a los 1.000 V, por lo que hace posible la instalación de la tierra única.

### **13. Elección del régimen del neutro.**

Según la ITC-BT-08, en las instalaciones alimentadas directamente de una red de distribución pública a un CT de abonado mediante el uso de transformadores adecuados, se puede elegir el régimen de neutro.

#### **13.1. Criterios de elección de los esquemas TT, TN e IT.**

La elección no puede realizarse por criterios de seguridad. Los tres regímenes son equivalentes en el aspecto de la protección de las personas, si respetamos todas las reglas de instalación y de explotación.

Son los imperativos reglamentarios, de continuidad de servicio, de explotación y de naturaleza de la red y los receptores los que nos condicionan el esquema más adecuado.


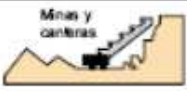
La elección se realiza por el análisis de los siguientes factores:

- **Adecuación a los textos reglamentarios** que imponen, en determinadas alimentaciones, un régimen de neutro determinado.
- **Por decisión del propietario**, si se alimenta en MT, o tiene generación propia, o transformadores de aislamiento BT/BT. Puesto que el utilizador es libre de elegir su sistema de distribución, por decisión propia o por consenso con el instalador o proyectista.

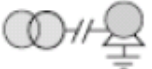
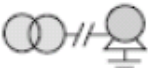



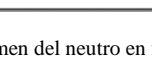
### Ello comporta:

- En primer lugar:
  - Atender los imperativos de explotación (continuidad de servicio).
  - Concepción de la estructura de mantenimiento (equipo de personal cualificado, o contratación de un instalador autorizado).
- En segundo lugar:

En función de las características particulares de la red y las cargas:

Reglamentarios, en función del reglamento de BT, de las recomendaciones normativas internacionales y decretos específicos		
Obligan o condicionan como única alternativa de solución:		
Esquema	Ámbito	
TT	Red de suministro público y sus conexiones: Usos domésticos Establecimientos sector terciario Pequeños talleres	
IT	Parte de zonas hospitalarias (quirófanos, UVI) Circuitos de seguridad (alumbrado de reemplazamiento y emergencia) Máquinas y ambientes especiales, incluidos en la directiva de protección al trabajador	
IT o TT	Minas y canteras	

**Tabla 1.16** – Elección del régimen del neutro según ámbito.

En función de las características de la red de alimentación				
Descripción		Aconsejable	Posible	Desaconsejable
Redes muy grandes, con buenas tomas de tierra para las masas, máximo 10 $\Omega$			TT, TN, IT (1) (o combinados)	
Redes muy grandes, con tomas de tierra para las masas muy resistivas, > 30 $\Omega$		TT	TN-S	IT (1) TN-C
Red contaminada (zona de tormentas y/o de repetidores de TV o Radio)		TN	TT	IT (2)
Red con corrientes de fuga importantes (> 500 mA)		TN (4)	IT (4) TT (3) (4)	
Red con gran extensión de línea aérea		TT (5)	TN (5) (6)	IT (6)
Suministro con grupo electrógeno de seguridad (reserva)		IT	TT	TN (7)

**Tabla 1.17** – Elección del régimen del neutro en función de las características de la red de alimentación.

(1) Si no está impuesto, el régimen de neutro se elige por las características de explotación (continuidad de servicio, por razones deseables de seguridad o por intereses de productividad...).

Cualquiera que sea el régimen de neutro elegido, la probabilidad de un fallo de aislamiento aumenta en función de la longitud de la red, puede ser objeto de un estudio de ramificación, que facilita la localización de los defectos y permite aplicar en régimen de neutro para cada derivación en función de su aplicación.

(2) Los riesgos de cebado del limitador de sobretensiones transforma el neutro aislado en neutro a tierra. Este riesgo es de temer en zonas con nivel cerámico elevado y grandes extensiones de redes aéreas. Si elegimos un régimen IT para asegurar la continuidad de servicio, deberemos tener principal atención en las condiciones de protección del segundo defecto. Generalmente con interruptores diferenciales (DDR).

(3) Riesgo de funcionamiento intempestivo de los interruptores diferenciales DDR.

(4) La solución ideal, cualquiera que sea el régimen de neutro, es aislar la parte generadora de fugas, si es fácilmente localizable.

(5) Riesgo de fuga fase/tierra, rendimiento aleatorio de la equipotencialidad.

(6) Aislamiento incierto, a causa de la humedad y polución conductora.

(7) La puesta a neutro es desaconsejable en razón del riesgo de deterioro del alternador, en caso de defecto interno. De otra parte, puesto que los grupos electrógenos alimentan las instalaciones de seguridad, no deben desconectar al primer defecto.

### 13.2. Análisis de la elección del régimen del neutro TT.

A continuación mostramos una tabla en la que se pueden observar las características de cada uno de los esquemas de conexión a tierra (ECT):

	TT	TN-C	TN-S	IT
Seguridad de personas (instalación perfecta)	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
Seguridad de los bienes				
■ contra los riesgos de incendio	■ ■ ■	□	□ □	■ ■ ■
■ en protección de las máquinas contra defectos de aislamiento	■ ■ ■	□	□	■ ■ ■
Disponibilidad de la energía	□ □	□ □	□ □	■ ■ ■ ■
Compatibilidad electromagnética	□ □	□	□ □	□ □
Para efectuar la instalación y el mantenimiento				
■ competencia	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■
■ disponibilidad	□	□ □	□ □	■ ■ ■

■ ■ ■ ■ excelente  
 ■ ■ ■ bueno  
 □ □ medio  
 □ malo

Tabla 1.18 – Características según el tipo de régimen del neutro.

En nuestro caso analizando el tipo de industria y debido a que:

- No tenemos una exigencia alta en la continuidad de servicio.
- No existirá servicio de mantenimiento presente en la instalación.
- Existe la posibilidad de ampliaciones continuas en la instalación.

Elegiremos el esquema de conexión a tierra TT ya que es el mas recomendado para instalaciones con una continuidad en el servicio no obligatoria, sin servicio de mantenimiento, su selectividad en el disparo es mas fácil de instalar, minimiza los daños respecto al TN, las ampliaciones son fáciles de hacer (sin cálculos), tenemos receptores sensibles a grandes corrientes de defecto (motores)...

### **13.3. Neutro a tierra o Sistema TT.**

El neutro de la alimentación esta unido directamente a tierra en el centro de transformación. Las masas de los equipos están interconectadas a través de un conductor de protección (**CP**) y unidas a tierra en un punto diferente a la toma de tierra del neutro.

Si se produce un defecto en un punto de la instalación, de modo que se produzca una circulación de corriente entre una fase y tierra, el bucle de defecto por el que circula dicha corriente tiene normalmente una impedancia elevada, ya que une el neutro del transformador con la tierra de las masas.

Este bucle de defecto incluye la impedancia interna del transformador, la propia impedancia del conductor de fase hasta el punto de defecto, la impedancia equivalente del propio defecto, la impedancia de la puesta a tierra tanto de las masas como la del propio neutro y la impedancia que hay entre las tierras de las masas y del neutro, que en este tipo de distribución suele ser elevada por ser diferente e independiente de la tierra de las masas.

La impedancia del bucle de defecto puede medirse en cada punto de utilización de la instalación mediante medidores específicamente diseñados para ello.

La corriente de defecto producida será idealmente igual a la tensión de suministro dividida por la impedancia total del bucle de defecto, por lo tanto será menor cuanto mayor sea esa impedancia. Por esto, los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas no sean efectivos para la protección, la corriente de defecto podría ser inferior a la de actuación de dichos dispositivos.

Que la corriente de defecto sea pequeña no implica que no haya riesgos a proteger. Si la tensión de las masas en condiciones de defecto supera los 50 V se considera que hay riesgos de electrocución para las personas que pudieran entrar en contacto con dichas masas.

La solución para la protección de estas instalaciones es la utilización de interruptores diferenciales de corriente residual, que detecten la diferencia de corriente entre fases activas. Los interruptores diferenciales comerciales pueden tener diferentes corrientes de defecto de disparo.

La selección de la corriente necesaria para la protección depende de la resistencia de puesta a tierra de las masas. Se debe cumplir la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Siendo:

- $R_A$  = Suma de resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas. Esta resistencia es inferior a la impedancia del bucle de defecto.
- $I_a$  = Corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.
- $U$  = Tensión de contacto limite convencional que no se debe sobrepasar.

Existe otra característica de corriente asignada a los interruptores diferenciales: la corriente admisible. No debe confundirse con la corriente residual a la que el diferencial actúa. Esta corriente admisible se refiere a la que circula por el interruptor diferencial en condiciones de funcionamiento normales. Indica la corriente máxima de la instalación en la que el interruptor diferencial puede ser instalado sin que se dañe por sobrecalentamiento o por carecer de la adecuada capacidad de corte.

**Regla General:** La corriente admisible del interruptor diferencial debe ser igual o mayor que la del interruptor magnetotérmico general que proteja la instalación que también protege el interruptor diferencial.

El uso de un interruptor diferencial es la solución más simple para la realización y utilización de la instalación. No necesita vigilancia permanente durante el funcionamiento cotidiano de los dispositivos diferenciales.

#### 14. Compensación de energía reactiva.

Las compañías eléctricas penalizan el consumo de energía reactiva con el objeto de incentivar su corrección.

En los últimos años se ha ido produciendo la paulatina liberación del sector eléctrico en España, y nos encontramos un Mercado regulado (a tarifa) y un Mercado liberalizado (desde 1 de enero de 2.003 accesible a cualquier abonado).

**En el mercado liberalizado** se establecen unas tarifas de acceso que son el precio por el uso de las redes eléctricas. Estas tarifas de acceso se aplican entre otros a los consumidores cualificados.

Un usuario cualificado es aquel que tiene un consumo mínimo de 1 GWh al año o aquel que tiene contratado un suministro en MT.

La última modificación referente a las tarifas de acceso es el Real Decreto 1.164/2.001, con fecha 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. En el artículo 9.3 se hace referencia al término de facturación de energía reactiva, y dice:

*“El término de facturación por energía reactiva será de aplicación a cualquier tarifa,... excepto en el caso de la tarifa simple de baja tensión (2.0A).*

...

*Este término se aplicará sobre todos los períodos tarifarios, excepto en el período 3, para las tarifas 3.0A y 3.1A, y en el período 6, para las tarifas 6.-, siempre que el consumo de energía reactiva exceda del 33 por 100 del consumo de activa durante el período de facturación considerado ( $\cos < 0,95$ ) y únicamente afectará a dichos excesos.*

*El precio de kVArh de exceso se establecerá en céntimos de euro/kVArh. ...”.*

Desde el 01 de Julio de 2.009 las penalizaciones por energía reactiva sufrieron un incremento del 30% para las instalaciones con coseno de fi entre 0,8 y 0,95, penalizaciones que se mantuvieron, según Tabla 1, hasta el 31 de diciembre de 2009:

Cos $\varphi$	€/kvar·h 01/01/2009	€/kvar·h 01/07/2009	Incremento
Cos $\varphi < 0,95$ hasta 0,9	0,000013	0,000013	0%
Cos $\varphi < 0,9$ hasta 0,85	0,013091	0,017018	+30%
Cos $\varphi < 0,85$ hasta 0,8	0,026182	0,034037	+30%
Cos $\varphi < 0,8$	0,039274	0,051056	+30%

**Tabla 1.19** – Penalizaciones por energía reactiva del 01 de julio de 2009 hasta 31 de diciembre de 2009.

Estas penalizaciones por energía reactiva se mantuvieron hasta el 31 de diciembre de 2.009, pero con el ánimo de potenciar la eficiencia energética el BOE, publicado con fecha 31 de Diciembre de 2.009, ha establecido unas nuevas penalizaciones por concepto de energía reactiva, penalizaciones que se aplicarán a partir del 01 de enero de 2.010, según la siguiente tabla:

Cos $\varphi$	€/kvar 31/12/09	€/kvar 01/01/2010	Incremento
Cos $\varphi < 0,95$ hasta 0,9	0,000013	0,041554	319730%
Cos $\varphi < 0,9$ hasta 0,85	0,017018	0,041554	144%
Cos $\varphi < 0,85$ hasta 0,8	0,034037	0,041554	22%
Cos $\varphi < 0,8$	0,051056	0,062332	22%

**Tabla 1.20** – Penalizaciones por energía reactiva a partir del 31 de diciembre de 2009.

Analizando las 2 tablas adjuntas observamos que en el plazo de 6 meses, desde el 1 de julio de 2.009 hasta el 31 de diciembre de 2.009, todas las instalaciones con cos fi inferior a 0,90 han sufrido 2 importantes incrementos por concepto de reactiva, pero el cambio más sustancial se produce a partir del 1 de enero de 2.010 en las instalaciones con cos fi entre 0,95 y 0,9, donde anteriormente el pago por reactiva era prácticamente nulo y con la nueva tarificación pasan a sufrir un importante recargo.

El importante incremento de precio en la franja de cos fi entre 0,9 y 0,95 implica que gran numero de instalaciones, que por su tipología de cargas tenían un coseno de fi inicial superior a 0,9, pasarán de no pagar complemento por energía reactiva a sufrir importantes recargos por este concepto.

Por otra banda también cabe destacar que todas aquellas instalaciones que tenían déficit en la compensación de energía reactiva deberán analizar sus instalaciones y realizar las acciones correctoras que les aseguren no sufrir incrementos en su factura eléctrica.

La solución para no sufrir los importantes recargos por reactiva, que este nuevo panorama puede provocar, pasa por que gran parte de las industrias/comercios instalen, revisen o cambien sus actuales baterías de condensadores.

#### **Para el mercado regulado (a tarifa).**

La penalización, por consumo de energía reactiva, se realiza a través de un coeficiente de recargo que se aplica sobre el importe en euros del término de potencia (potencia contratada) y sobre el término de energía (energía consumida).

Este recargo se aplica para todas las tarifas superiores a la 3.0 (trifásicas de potencia contratada superior a 10 kW).

El coeficiente de recargo ( $K_r$ ) se obtiene a partir del  $\cos\varphi$  medio de la instalación según las siguientes fórmulas:

- $1 \geq \cos\varphi > 0,95 : K_r(\%) = \frac{37,026}{\cos^2\varphi} - 41,026$

- $0,95 \geq \cos\varphi \geq 0,90 : K_r(\%) = 0$

- $\text{Para } \cos\varphi < 0,90 : K_r(\%) = \frac{29,16}{\cos^2\varphi} - 36$

- El recargo máximo ( $K_r = 50,7\%$ ) correspondería a un  $\cos\varphi = 0,58$  o inferior.
- No existe recargo ( $K_r = 0\%$ ) para un rango comprendido entre  $\cos\varphi = 0,9$  y  $\cos\varphi = 0,95$ .
- El recargo se convierte en bonificación para  $\cos\varphi$  superiores a 0,95.
- La máxima bonificación ( $-4\%$ ) correspondería a un  $\cos\varphi = 1$ .

#### **14.1. Formas de compensación de energía reactiva.**

##### **Ventajas de la compensación de la energía reactiva:**

- Aumento de la potencia disponible.
- Reducción de la sección de los conductores.
- Disminución de las pérdidas.
- Reducción de las caídas de tensión.
- **Compensación global.**

Consiste en la instalación de una batería de condensadores en el embarrado general del cuadro eléctrico.

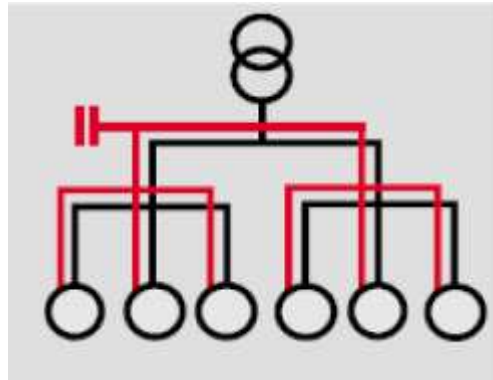


Figura 1.26 – Compensación reactiva global.

Ventajas de este tipo de compensación:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Ajusta la potencia aparente ( $S$  en kVA) a la necesidad de la instalación.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).

Observaciones:

- La corriente reactiva ( $I_r$ ) está presente en la instalación desde el nivel 1 hasta los receptores.
- Las pérdidas por efecto Joule en los cables no quedan disminuidas.

- **Compensación parcial.**

Consiste en la instalación de un grupo de condensadores en cada sección de la instalación eléctrica. En caso de tener una instalación eléctrica dividida en secciones (Subcuadros que partes del cuadro general), se compensara cada sección por separado.

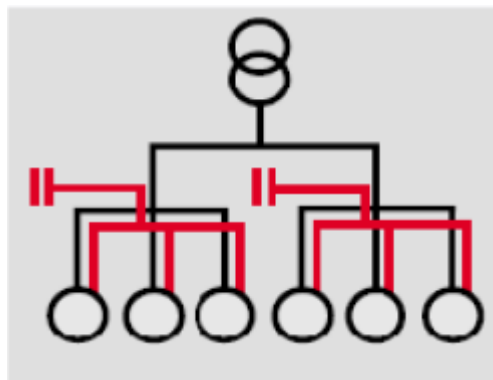


Figura 1.27 – Compensación reactiva parcial.

Ventajas de este tipo de compensación:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Optimiza una parte de la instalación, la corriente reactiva no se transporta entre los niveles 1 y 2.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible kW).

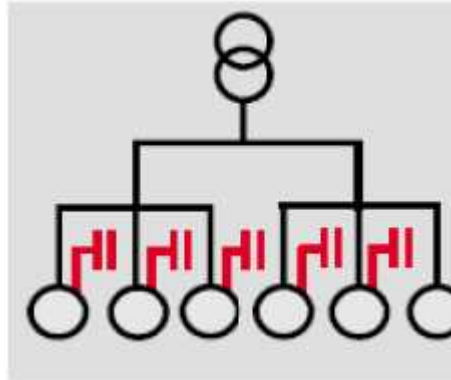
Observaciones:



- La corriente reactiva ( $I_r$ ) está presente en la instalación desde el nivel 2 hasta los receptores.
- Las pérdidas por efecto Joule en los cables se disminuyen.

- **Compensación individual.**

Consiste en la instalación de un condensador en los bornes de cada receptor de carácter inductivo.



**Figura 1.28** – Compensación reactiva individual

Ventajas de este tipo de compensación:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Optimiza la instalación eléctrica. La corriente reactiva  $I_r$  se abastece en el mismo lugar de su consumo
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible).

Observaciones

- La corriente reactiva no está presente en los cables de la instalación.
- Las pérdidas por efecto Joule en los cables se suprimen totalmente.

## 14.2. Tipos de compensación de energía reactiva.

En función de las necesidades de regulación de este tipo de compensación, y la complejidad de las cargas a compensar (variación en el tiempo de la demanda de energía reactiva), es conveniente realizar una elección entre compensación fija o automática.

- **Compensación fija.**

Es aquella en la que suministramos a la instalación, de manera constante, la misma potencia reactiva. Debe utilizarse cuando se necesite compensar una instalación donde la demanda reactiva sea constante. Es recomendable en aquellas instalaciones en las que la potencia reactiva a compensar no supere el 15% de la potencia nominal del transformador ( $S_n$ ).

- **Compensación automática.**

Es aquella en la que suministramos la potencia reactiva según las necesidades de la instalación. Debe utilizarse cuando nos encontremos ante una instalación donde la demanda de reactiva sea variable.

Según la ITC-BT 43 apartado 2.7, se podrá realizar la compensación de la energía absorbida por la red de forma capacitiva.

Para compensar la totalidad de una instalación, o partes de la misma que no funcionen simultáneamente, se deberá realizar una compensación automática, de forma que se asegure un factor de potencia compensado con variaciones no superiores al  $\pm 10\%$  del valor medio medido en un tiempo determinado.

#### **14.3. Compensación elegida.**

Desde el punto de vista de la forma de compensación, se elige la compensación global puesto que la instalación eléctrica para este tipo de actividad, centraliza su distribución de energía en un punto que será el embarrado general de distribución.

Se optará por una compensación global de tipo automática, concretamente la compensación en un embarrado alimentado por dos trafos, según se indica en el punto correspondiente del pliego de condiciones.

#### **Batería de condensadores.**

Batería RECTIMAT 2 SAH, esta compuesta por condensadores Varplus (sobredimensionados en tensión a 470V) con protección interna, contactores Telemecanique con resistencias de preinserción, fusibles ARP y regulador de E.R. Varlogic R6-R12 e inductancias antiarmónicos sintonizados a 190 Hz.

- Qc (Kvar) de la batería: **765 kVAr.**

##### **Características:**

- Tensión asignada: 400 V trifásicos 50 Hz.
- Frecuencia de sintonía 215 Hz (4,3 F1).
- Nivel de aislamiento: 0,66 kV.
- Resistencia 50 Hz 1 min: 2,5 kV.
- Corriente máxima admisible: 1,3 In (400 V).
- Tensión máxima admisible (8 horas sobre 24 h, según IEC 831) 450V.
- Categoría de temperatura (400 V):
  - Temperatura máxima: 40 °C.
  - Temperatura media sobre 24 h: 35 °C.
  - Temperatura media anual: 25 °C
  - Temperatura mínima: -5 °C.
- Grado de protección: IP31.
- Autotransformador 400/230 V integrado.

- Color:
  - Chapa: RAL 9.002.
  - Rejilla ventilación: RAL 7.021.
- Normas: IEC 439-1, EN 60.439.



**Figura 1.29** – Batería RECTIMAT 2 SAH

# ANEXO DE CÁLCULOS

## INDICE – Anexo de Cálculos

<b>1. Documentación de partida.</b>	<b>107</b>
<b>2. Demanda de potencia y datos de partida.</b>	<b>107</b>
<b>3. Cálculos del centro de transformación.</b>	<b>111</b>
3.1.Datos de precálculo del centro de transformación.	111
3.2.Cálculo de intensidades.	112
3.2.1. Intensidad de alta tensión.	112
3.2.2. Intensidad de baja tensión.	113
3.3.Cálculo de corrientes de cortocircuito.	113
3.3.1. Intensidades de cortocircuito en el lado de M.T.	113
3.3.2. Intensidades de cortocircuito en el lado de B.T.	114
3.4.Dimensionado del embarrado.	114
3.4.1. Comprobación por densidad de corriente.	114
3.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.	114
3.4.3. Comprobación por sollicitación térmica	115
3.5.Selección de las protecciones de media y baja tensión.	115
3.6. Dimensionado de los puentes de MT	115
3.7.Dimensionado de la ventilación del centro de transf.	116
3.8.Dimensionado del pozo apagafuegos.	117
3.9.Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.	117
3.9.1. Investigación de las características del suelo.	117
3.9.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.	117
3.9.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.	117
3.9.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.	118
3.9.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.	120
3.9.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.	120
3.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.	121
3.9.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.	122
3.9.9. Corrección y ajuste del diseño inicial.	122
<b>4. El dimensionado de las conducciones y sus protecciones a los efectos de las sobreintensidades.</b>	<b>123</b>
4.1. Naturaleza de los dispositivos de protección.	124
4.1.1. Dispositivos que aseguran a la vez la protección contra corrientes de sobrecarga y la protección contra las corrientes de cortocircuito.	124
4.1.2. Protección contra las corrientes de sobrecarga.	124
4.1.3. Protección contra las corrientes de cortocircuito.	125
4.1.4. Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.	127
4.2. Determinación práctica de la sección mínima de una conducción.	127
4.2.1. Limite máximo de la caída de tensión.	132
4.2.2. Cálculo de la sección de los conductores.	133
4.2.3. Determinación de la sección en función de la corriente de cortocircuito.	135
4.2.3.1.Determinación de las impedancias de una red.	137

4.2.3.2.Comportamiento de los conductores en función del tipo de aislamiento y la temperatura de trabajo.	138
4.2.3.3.Cálculo del tiempo máximo que un conductor soporta la $I_{pcc}$ .	139
4.2.3.4.Método práctico de cálculo de la longitud máxima de conducción que protege un interruptor automático o un fusible.	139
4.2.3.5.Verificación de los efectos de las corrientes de cortocircuito sobre los conductores.	141
4.2.3.6.Intensidades máximas que pueden soportar los conductores en condiciones de cortocircuito.	142
4.2.4. Los conductores de protección PE.	143
4.2.5. Conductor de protección entre el transformador MT/BT, la unión equipotencial principal y el CGBT.	144
5. Cálculo de la instalación de alumbrado.	145
5.1. Método utilizado.	145
5.1.1. Datos de entrada.	145
5.1.2. Cálculo del número de luminarias.	148
5.1.3. Emplazamiento de las luminarias.	148
5.1.4. Comprobación de los resultados.	148
6. Cálculo de secciones eléctricas.	150
6.1. Cálculos eléctricos.	151
7. Cálculo de las canalizaciones eléctricas.	165
8. Elección de los dispositivos de protección.	175
8.1. Procedimiento de elección de un interruptor magnetotérmico.	175
8.2. Comparativa entre interruptor magnetotérmico y fusible.	179
8.3. Conclusiones finales para el correcto diseño de las instalaciones.	179
8.4. Cálculos de cortocircuito.	180
9. Cálculo de la toma a tierra de la instalación.	192
9.1. Cálculo de la toma a tierra de la nave industrial.	193
9.2. Cálculo de la toma de tierra del vestuario.	194
9.3. Cálculo de la toma de tierra de la sala de máquinas.	194
9.4. Cálculo de la red de tierras interconectadas.	195
9.5. Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra única.	195
10. Cálculo batería condensadores.	196
10.1.Dimensionado de la batería de condensadores.	196
10.2.Cálculo del tipo de batería de condensadores en función de los armónicos de la instalación.	197
10.3.Solución final propuesta.	198
10.4.Cálculo de las protecciones.	199
10.5.Programación del regulador.	201

### INDICE de Tablas

<b>Tabla 2.1</b> - Relación de potencias a instalar.	108
<b>Tabla 2.2</b> - Relación de potencias totales.	110
<b>Tabla 2.3</b> - Temperaturas máximas para conductores con aislamiento seco.	128
<b>Tabla 2.4</b> - Intensidades máximas admisibles para conductores instalados en atarjeas o canales revisables.	129
<b>Tabla 2.5</b> - Factor de corrección para cables instalados al aire con temperaturas ambientes distintas a 40 °C.	130
<b>Tabla 2.6</b> - Factor de corrección para agrupaciones de cables.	130
<b>Tabla 2.7</b> - Intensidades máximas admisibles para conductores instalados sobre bandeja de rejilla, tubo o canaleta en montaje superficial.	131
<b>Tabla 2.8</b> - Valores de la conductividad K.	135
<b>Tabla 2.9</b> - Comportamiento de los conductores en función del tipo de aislamiento y la temperatura de trabajo.	138
<b>Tabla 2.10</b> - Valores del coeficiente $K^2$ para los conductores en función de la naturaleza del conductor.	142
<b>Tabla 2.11</b> - Energía máxima capaz de soportar un conductor sin alterar sus propiedades.	142
<b>Tabla 2.12</b> - Intensidad de cortocircuito admisible en los conductores en función de la duración del cortocircuito.	143
<b>Tabla 2.13</b> - Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor en cortocircuito.	143
<b>Tabla 2.14</b> - Sección mínima de los conductores de protección	144
<b>Tabla 2.15</b> - Sección del conductor de protección, protegido desde MT.	144
<b>Tabla 2.16</b> - Altura de las luminarias según tipo de iluminación	146
<b>Tabla 2.17</b> - Índice del local (k) según el sistema de iluminación.	147
<b>Tabla 2.18</b> - Factor de corrección.	147
<b>Tabla 2.19</b> - Factor de mantenimiento.	147
<b>Tabla 2.20</b> - Resultados de los cálculos de iluminación.	149
<b>Tabla 2.21</b> - Resultados de los cálculos eléctricos.	155
<b>Tabla 2.22</b> - Resultados de los cálculos de las canalizaciones.	165
<b>Tabla 2.23</b> - Valores normalizados de $I_n$ .	176
<b>Tabla 2.24</b> - Coeficiente de disparo del térmico ( $C_{dt}$ ).	177
<b>Tabla 2.25</b> - Valores normalizados del poder de corte en kA.	177
<b>Tabla 2.26</b> - Curvas de respuesta de los magnetotérmicos normalizadas.	178
<b>Tabla 2.27</b> - Cálculos de cortocircuito.	180

### INDICE de Figuras

<b>Figura 2.1</b> - Curva del coeficiente k en función de R/X o R/L.	127
<b>Figura 2.2</b> - Proceso a seguir para el cálculo de la iluminación.	145
<b>Figura 2.3</b> - Dimensiones del local y altura del centro de trabajo.	146
<b>Figura 2.4</b> - Cálculo de h.	146
<b>Figura 2.5</b> - Grafica de las curvas de cortocircuito.	178
<b>Figura 2.6</b> - Grafica del significado de ajuste C/K.	202

## 1. Documentación de partida.

La empresa nos ha encargado el diseño de las instalaciones eléctricas, para dar respuesta a la actividad industrial. Para la realización del presente proyecto se tiene que tener en cuenta los siguientes aspectos:

### En cálculos eléctricos:

Para la determinación de la instalación eléctrica a implantar en la nave industrial, se parte de las demandas de potencia que una actividad de este tipo precisa. A partir del análisis de los receptores eléctricos que conformarán la instalación, se precisa la potencia necesaria para cada receptor, a partir de la cual se calcularán, intensidades y caídas de tensión con las que poder comprobar si, las secciones y el calibre de las protecciones, se ajustan a las especificaciones del reglamento.

Los parámetros para el cálculo como; coeficientes de mayoración, coeficientes de simultaneidad y otros coeficientes, se extraen del análisis de las demandas eléctricas de potencia de la instalación, de la experiencia en este tipo de instalaciones así como las especificaciones realizadas por el cliente, también tomaremos referencias de las fuentes bibliográficas enunciadas en la memoria técnica.

A partir del análisis de la potencia global de la instalación, así como la potencia parcial de cada grupo de receptores perteneciente al cuadro general de distribución así como a cada cuadro secundario, se podrá dimensionar las necesidades en cuanto a compensación de energía reactiva. Con la potencia total a instalar realizaremos el diseño del transformador y sus celdas a instalar en el centro de transformación.

El CT alimentará al cuadro general de B.T., de donde se dará suministro eléctrico a todas las cargas, receptores y cuadros secundarios de la industria. El cuadro de BT estará alimentado por dos trafos MT/BT, con lo cual el CT dispondrá de 2 trafos como queda expuesto más adelante.

## 2. Demanda de potencia y datos de partida.

A partir de las siguientes demandas de potencia, se extraen las potencias que intervendrán en el dimensionado de la instalación.

En las siguientes tablas realizadas en Excel, se muestran las cargas pertenecientes a la actividad industrial que nos involucra.

Los coeficientes utilizados en las siguientes tablas son:

- **Ks** – Coeficiente de simultaneidad – Tiene valores por debajo de la unidad y es utilizado para reducir la potencia de consumo en cada ramal o en un grupo de circuitos, teniendo en cuenta que no todos los receptores funcionan al mismo tiempo.



- **Km** – Coeficiente de mayoración – De valor 1,8 en lámparas de descarga y 1,25 en motores. Se utilizara en este tipo de receptores aplicando este factor a la potencia activa nominal.

Las potencias que se muestran son las siguientes:

- **Pn (placa)** – Potencia nominal según placa de características o catálogo. [W].
- **P cal.** – Potencia de calculo aplicando a la Pn real los coeficientes Ks y Km. [W].
- **S cal.** – Potencia aparente absorbida, teniendo en cuenta con la potencia de calculo y el factor de potencia. [VA].

A partir de los valores anteriores, se obtienen las potencias parciales de cada receptor de la siguiente forma:

$$P_{calc} = P_n(placa) \cdot K_s \cdot K_m \text{ (W)}$$

$$S_{calc} = \frac{P_{calc}}{\cos \varphi} \text{ (VA)}$$

Relación de potencias a instalar:

	Pn (W)	cos φ	ks	km	P cal (W)	S cal (W)
<b>CENTRAL FRIGORÍFICA</b>						
Compresores	323.840	0,8	0,8	1,25	323.840	404.800
Condensador Evaporativo	30.000	0,8	0,8	1,25	30.000	37.500
Bombas Instalación	63.000	0,8	0,8	1,25	63.000	78.750
Ventiladores Cámaras	15.000	0,8	0,8	1,25	15.000	18.750
Evaporadores	163.730	0,8	0,8	1,25	163.730	204.662,5
Maniobra y Control	2.500	0,8	0,8	1,25	2.500	3.125
<b>EQUIPOS AUTONOMOS</b>						
Equipos Autónomos	76.000	0,8	0,8	1,25	76.000	95.000
<b>EQUIPAMIENTO CTOS. TÉCNICOS</b>						
Central Térmica	50.000	0,8	0,7	1,25	43.750	54.687,5
Central Neumática	80.000	0,8	0,7	1,25	70.000	87.500
Extracción Ctos. Técnicos	7.500	0,8	0,7	1,25	6.562,5	8.203,125
<b>ZONA CAMAR/BODEGAS/ESTUFAJE</b>						
Puertas Motorizadas	25.500	0,8	0,7	1,25	22.312,5	27.890,625
Resistencias Eléctricas	12.000	0,8	0,7	1	8.400	10.500
Válvulas Sobrepresión	2.000	0,8	0,7	1	1.400	1.750
<b>ZONA PASILLOS</b>						
Bascula Aérea	1.000	0,9	0,7	1	700	777,777778
Lavadora de Perchas	30.000	0,8	0,7	1,25	26.250	32.812,5
<b>ZONA RECEPCION</b>						
Plataforma Elevadora	2.500	0,8	0,7	1,25	2.187,5	2.734,375
Puerta Seccional	1.500	0,8	0,7	1,25	1.312,5	1.640,625
Bascula	500	0,9	0,7	1	350	388,888889
<b>ZONA CLASIFICACION JAMONES</b>						
Descensor	3.500	0,8	0,7	1,25	3.062,5	3.828,125

## Anexo de Cálculos

Cintas	3.000	0,8	0,7	1,25	2.625	3.281,25
Transportador	1.000	0,8	0,7	1,25	875	1.093,75
Maquina Aplicar Manteca	3.500	0,8	0,7	1,25	3.062,5	3.828,125
Maquina Secar Manteca	3.500	0,8	0,7	1,25	3.062,5	3.828,125
Clasificadora	2.000	0,8	0,7	1,25	1.750	2.187,5
Puerta Motorizada	1.500	0,8	0,7	1,25	1.312,5	1.640,625
<b>ZONA ACONDICIONADO JAMONES</b>						
Descensor	3.500	0,8	0,7	1,25	3.062,5	3.828,125
Cintas	3.000	0,8	0,7	1,25	2.625	3.281,25
Transportador	1.000	0,8	0,7	1,25	875	1.093,75
Maquina Aplicar Manteca	3.500	0,8	0,7	1,25	3.062,5	3.828,125
Maquina Secar Manteca	3.500	0,8	0,7	1,25	3.062,5	3.828,125
Clasificadora	2.000	0,8	0,7	1,25	1.750	2.187,5
Puerta Motorizada	3.000	0,8	0,7	1,25	2.625	3.281,25
<b>ZONA DESHUESE Y PELADO</b>						
Descensores	10.500	0,8	0,7	1,25	9.187,5	11.484,375
Cintas	12.000	0,8	0,7	1,25	10.500	13.125
Desgubadoras	6.000	0,8	0,7	1,25	5.250	6.562,5
Termoformadora	50.000	0,8	0,7	1,25	43.750	54.687,5
Sierra Codillo	4.000	0,8	0,7	1,25	3.500	4.375
Maquina de Vacío	20.000	0,8	0,7	1,25	17.500	21.875
Mesa Circular	3.000	0,8	0,7	1,25	2.625	3.281,25
<b>ZONA LONCHEADO</b>						
Loncheadora	32.000	0,8	0,7	1,25	28.000	35.000
Termoselladoras	100.000	0,8	0,7	1,25	87.500	109.375
Cinta Pesado y Etiquetado	4.800	0,8	0,7	1,25	4.200	5.250
Extractores	7.500	0,8	0,7	1,25	6.562,5	8.203,125
Prensas	32.000	0,8	0,7	1,25	28.000	35.000
<b>ZONA PUESTA EN CARTÓN</b>						
Descensor	3.500	0,8	0,7	1,25	3.062,5	3.828,125
Cinta	1.000	0,8	0,7	1,25	875	1.093,75
Mesa Circular Motorizada	1.500	0,8	0,7	1,25	1.312,5	1.640,625
Paletizadora	1.500	0,8	0,7	1,25	1.312,5	1.640,625
Plataforma Elevadora	2.500	0,8	0,7	1,25	2.187,5	2.734,375
Puerta Seccional	1.500	0,8	0,7	1,25	1.312,5	1.640,625
Bacula	500	0,9	0,7	1	350	388,888889
<b>ALUMBRADO</b>						
Pantallas f. Estanca 2x58 W	41.296	0,9	0,8	1,8	59.466,24	66.073,6
Pantallas f. Estanca 2x36 W	4.752	0,9	0,8	1,8	6.842,88	7.603,2
Pant f. Estanca Baja Temperatura 1x58 W	464	0,9	0,8	1,8	668,16	742,4
Luminaria Emergencia Hombre en Cámara	200	0,9	0,8	1,8	288	320
Luminaria Emergencia IP-65 350 lum.	649	0,9	0,8	1,8	934,56	1.038,4
Luminaria Emergencia IP-65 155 lum.	72	0,9	0,8	1,8	103,68	115,2
Luminaria emergencia IP-42 45 lum.	324	0,9	0,8	1,8	466,56	518,4
Pto. Luz pantalla f. empotrar 4x18 W	432	0,9	0,8	1,8	622,08	691,2
Pto. Luz pantalla f. empotrar 2x18 W	1.368	0,9	0,8	1,8	1.969,92	2.188,8
Pto. Luz pantalla f. empotrar estanca 1x18 W	828	0,9	0,8	1,8	1.192,32	1.324,8

**OTROS USOS**

Tomas de usos varios (CETACT)	250.000	0,8	0,6	1	150.000	187.500
Bloques ofimáticos	3.000	0,9	0,6	1	1.800	2.000
Toma 2P+T 16 A. Estanca	800	0,9	0,6	1	480	533,333333
Toma 2P+T 16 A. Empotrable	6.800	0,9	0,6	1	4.080	4.533,33333
Dispositivo Matainsectos	1.575	0,9	0,6	1	945	1.050

**Tabla 2.1** – Relación de potencias a instalar.

A continuación se expresan las potencias totales:

<b>P real total (kW)</b>	<b>P calculo total (kW)</b>	<b>S calculo total (kW)</b>
1.531	1.377	1.710

**Tabla 2.2** – Relación de potencias totales.

De las tablas anteriores se extraen los siguientes resultados, referentes a la potencia activa total y a la potencia aparente total.

El valor de la potencia activa total de cálculo es de **1.377 KW**, siendo el valor de la potencia aparente total de **1.710 KVA**. (Sin estar el  $\cos\phi$  compensado).

A partir de aquí y para cálculos posteriores, de las tablas anteriormente utilizadas y, mediante las siguientes expresiones, extraeremos los valores medios del  $\cos\phi$ , del coeficiente de simultaneidad, el rendimiento se cogerá como 1.

Las expresiones utilizadas son las siguientes:

$$Scal = \frac{Pcal}{\cos\phi}$$

Donde el  $\cos\phi$  será el  $\cos\phi$  medio de la instalación y lo calculamos:

$$\cos\phi_{med} = \frac{\sum (Pcal \cdot \cos\phi)}{\sum Pcal}$$

De donde obtenemos:

$$\cos\phi_{med} = 0,806$$

Y por consiguiente:

$$Scal = 1.708,6 \text{ (kVA)}$$

A partir de la expresión anterior y debido a que la instalación dispondrá de una batería automática de condensadores autorregulada que mantendrá el factor de potencia en torno a 0,98 podemos calcular la potencia aparente compensada.

$$S_{cal_{compensad}} = \frac{1.377}{0,98} = 1.405 \text{ (kVA)}$$

No obstante, para el cálculo del CT se cogerán los datos de potencia aparente sin corrección del  $\cos\phi$  por ser más restrictiva.

### 3. Cálculos del centro de transformación.

#### 3.1. Datos de precálculo del centro de transformación.

Los datos de precálculo son datos generales de los transformadores adoptados, y estos nos los facilita el fabricante de transformadores.

Otros datos que necesitaremos para el cálculo hacen referencia a la potencia de cortocircuito instalada en la red, así como el tiempo de respuesta de las protecciones. Estos datos nos serán facilitados por parte de la compañía suministradora.

Los transformadores a instalar tienen que dar respuesta a la potencia calculada en apartados anteriores.

Para dar respuesta a esta potencia se ha optado por la solución de dos transformadores de **1.000 KVA**.

La relación de transformación de los transformadores será de 20kV / 0,4kV.

El resultado del ensayo en vacío realizado por el fabricante, se obtienen las pérdidas en el hierro (Pfe), siendo estas pérdidas según catálogo de:

$$P_{Fe} = 2.300W$$

El resultado de medida de las resistencias de los devanados del transformador, realizados por el fabricante, se obtienen las pérdidas en el cobre o por efecto Joule (Pcu) siendo de:

$$P_{Cu} = 9.600W$$

Con los datos facilitados por el fabricante, sumando las dos pérdidas obtenemos las pérdidas totales que serán de:

$$P_T = 2.300 + 9.600 = 11.900W$$

Estas pérdidas están referidas a la tensión nominal, en baja tensión del transformador.

El resultado de los ensayos en cortocircuito realizado por el fabricante, se obtendrá la tensión de cortocircuito en tanto por ciento, del transformador:

$$U_{cc} = 6\%$$

La potencia de cortocircuito de la red, dato suministrado por la compañía suministradora, es de:

$$S_{cc} = 500MVA$$

Por otro lado el tiempo en el que actúan las protecciones de la compañía supondremos el mayor tiempo permitido, que es de 1seg.

Se supone la hipótesis de que el C.T. es alimentado desde un generador de potencia infinita.

### 3.2.Calculo de intensidades.

#### 3.2.1. Intensidad de alta tensión.

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Donde:

- $I_p$  = Intensidad primaria en A
- $S$  = Potencia de los transformadores en KVA
- $V_p$  = Tensión primaria en kV

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

- Para el transformador nº 1 la potencia es de 1.000 KVA, por lo tanto:

$$I_p = 28,9 \text{ A}$$

- Para el transformador nº 2 la potencia es de 1.000 KVA, por lo tanto:

$$I_p = 28,9 \text{ A}$$

Por lo tanto la intensidad primaria para el conjunto de los dos transformadores será:

$$I_p(T) = 57,8 \text{ A}$$

### 3.2.2. Intensidad de baja tensión.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - S_{Fe} - S_{Cu}}{\sqrt{3} \cdot V_s}$$

Donde:

- Is = Intensidad secundaria en A
- S = Potencia de los transformadores en KVA
- Sfe = Perdidas en el hierro en kW
- Scu = Perdidas en el cobre en kW
- Vs = Tensión secundaria en kV

- Para el transformador nº 1 la potencia es de 1.000 KVA, las perdidas en el hierro son de 2,3 kW, las perdidas en el cobre de 9,6 kW y la tensión secundaria es de 0,4 kV. La intensidad puede alcanzar el valor:

$$I_s = 1.426,2 \text{ A}$$

- Para el transformador nº 2 la potencia es de 1.000 KVA, las perdidas en el hierro son de 2,3 kW, las perdidas en el cobre de 9,6 kW y la tensión secundaria es de 0,4 kV. La intensidad puede alcanzar el valor:

$$I_s = 1.426,2 \text{ A}$$

### 3.3.Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, valor especificado por la Compañía Suministradora.

#### 3.3.1. Intensidades de cortocircuito en el lado de M.T.

Para dicho cálculo se utilizara la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Donde:

- Iccp = Corriente de cortocircuito en kA
- Sc = Potencia de cortocircuito de la red en MVA
- Vp = Tensión de servicio en kV

$$I_{ccp} = 14,45 \text{ kA}$$

### 3.3.2. Intensidades de cortocircuito en el lado de B.T.

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot V_s}$$

Donde:

- I<sub>ccs</sub> = Corriente de cortocircuito en kA
- S = Potencia de los transformadores en KVA
- E<sub>cc</sub> = Tensión de cortocircuito del transformador en %
- V<sub>s</sub> = Tensión secundaria en V

$$I_{ccs} = 24,05 \text{ kA}$$

### 3.4. Dimensionado del embarrado.

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipotéticos de comportamiento de las celdas.

Las características del embarrado son:

- Intensidad asignada: 400 A.
- Límite térmico, 1 s: 16 kA eficaces.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

#### 3.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material del embarrado. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad de bucle, que en este caso es de 400 A.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesario se ha obtenido con el protocolo 93101901 realizado por los laboratorios ORMAZABAL (Laboratorio de Alta Tensión de I+D) en Bizkaia (España).

#### 3.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.2. de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 14,45 \cdot 2,5 = 36,125kA < 40kA$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesario se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda.

### **3.4.3. Comprobación por sollicitación térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la celda por efecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 14,45kA < 16kA$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesario se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda.

### **3.5. Selección de las protecciones de media y baja tensión.**

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja Tensión, la protección se incorpora en los cuadros de las Líneas de salida.

#### **TRANSFORMADOR**

La protección de los transformadores se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPG, que provee de las protecciones indicadas en la memoria.

### **3.6. Dimensionado de los puentes de MT**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar tanto la intensidad nominal como la de cortocircuito.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 28,9 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.



Este valor es de 305 A para un cable de sección de 150 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

- Comprobación de la intensidad de cortocircuito

El cálculo de la sección de cable que permite el paso de una corriente de cortocircuito viene dado por la siguiente expresión:

$$I_{cc}^2 \times t = C \times S^2 \times \Delta T$$

Donde:

- I<sub>cc</sub> = Intensidad de cortocircuito eficaz [A]
- t = Tiempo máximo de desconexión del elemento de protección [s]  
(0,3 s para los fusibles y 0,65 s para el interruptor automático)
- C = Constante del material del aislamiento que para el caso del cable descrito en Al tiene un valor de 57 y para el Cu de 135
- T = Incremento de temperatura admisible por el paso de la intensidad de cortocircuito (160° C para este material de aislamiento) [°C]

La corriente de cortocircuito en esta instalación tiene un valor eficaz de 14,45 kA.

Para los transformadores que nos ocupan, protegidos con interruptores automáticos, el puente de cables de MT tiene que tener una sección mínima según la fórmula:

$$S = 122 \text{ mm}^2$$

Menor que la sección del puente de MT utilizado en este caso.

### 3.7. Dimensionado de la ventilación del centro de transf.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio del Centro de Transformación, se utilizara la expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \times K \times \sqrt{h \times \Delta T^3}}$$

Donde:

- S<sub>r</sub> = Superficie mínima de las rejillas de entrada en m<sup>2</sup>.
- W<sub>cu</sub> = Perdidas en el cobre del transformador (9.600 W).
- W<sub>fe</sub> = Perdidas en hierro del transformador (2.300 W).
- K = Coeficiente en función de las rejillas de entrada (K = 0,6).
- h = Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida (h = 2 m).
- DT = Aumento de temperatura del aire (DT = 15°).

Por cada centro de transformación la superficie mínima para la rejilla de entrada será:

$$S_r = 1,01 \text{ m}^2$$

Estas serán también las mismas características que tendrán las rejillas de salida del aire de ventilación.

### **3.8. Dimensionado del pozo apagafuegos.**

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

### **3.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.**

#### **3.9.1. Investigación de las características del suelo.**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalara este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

#### **3.9.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de M.T de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro; el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones; cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo, o según una curva de tipo inverso, tiempo dependiente. Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### **3.9.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el “Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA”, que esté de acuerdo con la forma y

dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 3.9.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio  $V_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A.}$
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T.  $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$
- Características del terreno. Resistividad de tierra  $R_o = 150 \Omega \cdot \text{m}$
- Resistividad del hormigón  $R'_o = 3.000 \Omega$
- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación, y la intensidad del defecto se calculan mediante las formulas:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Donde:

- $I_d$  = intensidad de falta a tierra (A).
- $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra (Ohm)
- $V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión (V)

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{dm}$$

Donde:

- $I_d$  = intensidad de falta a tierra (A)
- $I_{dm}$  = limitación de intensidad de falta a tierra (A)

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 400 \text{ A}$$

y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 25 \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo, de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras, que cumple el requisito de tener un  $K_r$  más cercano inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

Donde:

$K_r$  = Coeficiente  $K_r$  del electrodo  
 $R_t$  = Resistencia total de puesta a tierra en Ohmios  
 $R_o$  = Resistividad del terreno en Ohm·m

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,166$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada	5/32
Geometría del sistema	Picas alineadas
Profundidad del electrodo horizontal	0,5 m
Número de picas	3
Longitud de las picas	2 metros
Separación entre picas	3 metros
Diámetro de las picas	14 mm
Sección conductor	50 mm <sup>2</sup>

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia	$K_r$	= 0,135
De la tensión de paso	$K_p$	= 0,0252
De la tensión de contacto	$K_c$	= 0

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a las puestas a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Una vez seleccionado este electrodo, el valor real de la resistencia de puesta a tierra del centro de transformación será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

Donde:

$K_r$  = Coeficiente  $K_r$  del electrodo  
 $R'_t$  = Resistencia total de puesta a tierra en Ohmios  
 $R_o$  = Resistividad del terreno en Ohm·m

por lo que:

$$R't = 20,25 \Omega$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula:

$$I'd = 400 \text{ A}$$

### 3.9.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

- $V'_d$  = tensión de defecto (V)
- $I'd$  = intensidad de falta a tierra (A).
- $R't$  = resistencia total de puesta a tierra (Ohm)

por lo que, en este caso:

$$V'd = 8.100 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto, siempre que se disponga de una malla rodeando al Centro de Transformación, conectada al electrodo de tierra, según la fórmula

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

- $V'_c$  = tensión de paso en el acceso (V)
- $K_c$  = coeficiente
- $R_o$  = resistividad del terreno en (Ohm·m)
- $I'd$  = Intensidad de falta a tierra (A)

En este caso al estar las picas alineadas frente al Centro de Transformación paralela a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideramos.

### 3.9.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que estas serán prácticamente cero.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

Donde:

- $V_p$  = tensión de paso en el exterior (V)
- $K_p$  = coeficiente
- $R_o$  = resistividad del terreno en (Ohm·m)
- $I'd$  = Intensidad de falta a tierra (A)

por lo que, para este caso:

$$V_p = 1.512 \text{ V}$$

### 3.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

- Centro de transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$\begin{aligned} t &= 0,7 \text{ s} \\ K &= 72 \\ n &= 1 \end{aligned}$$

- Tensión de paso en el exterior

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \left( \frac{6 \cdot R_o}{1.000} \right) \right)$$

Donde:

- $V_p$  = Tensiones de paso en Voltios.
- $K, n$  = Constantes según MIERAT 13, dependen de t.
- $t$  = Duración de la falta en segundos
- $R_o$  = Resistividad del terreno

Por lo que, para este caso

$$V_p = 1.954,3 \text{ V}$$

- La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \left( (3 \cdot R_o) + \left( \frac{6 \cdot R'_o}{1.000} \right) \right) \right)$$

Donde:

- $V_{p(acc)}$  = Tensiones admisible de paso en el acceso (V)
- $K$  = coeficiente
- $n$  = coeficiente
- $t$  = Duración de la falta en segundos: 0.7 s.
- $R_o$  = Resistividad del terreno
- $R'_o$  = Resistividad del hormigón

Por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10.748,5 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior:  
 $V'_p = 1.512 \text{ V} \leq V_p = 1.954,3 \text{ V}$
- Tensión de paso en el acceso al Centro de Transformación:  
 $V'_{p(acc)} = 0 \text{ V} \leq V_{p(acc)} = 10.748,5 \text{ V}$
- Tensión de defecto:  
 $V'_d = 8.100 \text{ V} \leq V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

### 3.9.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000 V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2.000 \cdot \Pi}$$

Donde:

- D = distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras (m)
- R<sub>o</sub> = Resistividad del terreno (Ω·m)
- I'<sub>d</sub> = Intensidad de defecto (A)

Para este Centro de Transformación:

$$D = 9,55 \text{ m}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizara con cable aislado de 0,6/1kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7, como mínimo, contra daños mecánicos.

### 3.9.9. Corrección y ajuste del diseño inicial.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntadas al Método de Cálculo de tierras de UNESA, con valores de  $K_r$  inferior a los calculados sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de estas picas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

#### **4. El dimensionado de las conducciones y sus protecciones a los efectos de las sobreintensidades.**

Las protecciones de los circuitos se han de determinar de forma que cubran la protección de todas las solicitaciones que el circuito es capaz de atender.

##### **Metodología.**

El estudio de una instalación consiste en determinar las cargas, su situación geográfica, la determinación de los circuitos y sus protecciones, desde el origen hasta el último ramal.

Cada línea se constituye con la conjunción de la canalización y sus protecciones, debiendo atender las condiciones propias del circuito para asegurar su perfecto funcionamiento con seguridad:

- Permitiendo la circulación de la corriente permanente y sus puntas de empleo, propias de las cargas.
- No debe generar caídas de tensión que perjudiquen a la alimentación de las cargas.

Las protecciones deben:

- Proteger las canalizaciones de todas las sobreintensidades e incluso las corrientes de cortocircuito.
- Asegurar la protección de las personas contra contactos indirectos en regímenes TT.

El RBT impone, para algunos casos, dimensiones mínimas.

##### **Definiciones.**

- Corriente de empleo IB.

A nivel de circuito terminal. Es la corriente que corresponde a la potencia aparente de los receptores.

En el caso de arranques o puestas en servicio frecuentes se han de tener en cuenta los calentamientos de las corrientes de arranque, puesto que no da tiempo de enfriamiento y se acumulan los efectos de las sobreintensidades de conexión o arranque.

A nivel de circuitos de distribución (principales o secundarios). Es la corriente que corresponde a la potencia de utilización, después de tener en consideración el coeficiente de simultaneidad.



- Corriente admisible  $I_z$ .

Es la corriente máxima que la canalización puede transportar permanentemente, sin perjuicio por su vida.

Esta corriente depende, por una sección determinada, de diversos parámetros:

Constitución del cable de la canalización:

- Conductor:
  - Naturaleza (Cu, Al, Fe...).
  - Número 1, 2, 3, 4, poli.
  - Aislante (PVC, PR...).
- Temperatura ambiente.
- Formas de colocación.
- Forma de sujeción.
- Influencia de los elementos conductores próximos (efectos de proximidad).

#### **4.1. Naturaleza de los dispositivos de protección.**

##### **4.1.1. Dispositivos que aseguran a la vez la protección contra corrientes de sobrecarga y la protección contra las corrientes de cortocircuito.**

Estos dispositivos de protección deben poder interrumpir toda sobreintensidad inferior o igual a la corriente de cortocircuito esperada en el punto donde el dispositivo está instalado.

Tales dispositivos de protección deben ser:

- Interruptores automáticos con relés de sobrecarga.
- Interruptores automáticos asociados con cortacircuitos fusibles.

Características de los dispositivos de protección.

Las características tiempo/corriente de los dispositivos de protección contra las sobreintensidades deben estar conformes con las especificadas en las normas UNE 21103, UNE 21103-2, UNE 21103-3 y UNE 21103-3-1C y UNE 20115-1.

##### **4.1.2. Protección contra las corrientes de sobrecarga.**

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las cargas, a las propias canalizaciones o al medio ambiente del entorno.

Coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja una canalización contra las sobrecargas deben satisfacer las condiciones siguientes:

- $I_B \leq I_n \leq I_z$
- $I_2 \leq 1,45 I_z$

Su corriente convencional de desconexión  $I_2$  es inferior a  $1,45 I_z$ , que corresponde a la zona a de diagrama de las corrientes definitorias de la protección.

Donde:

- $I_B$ : es la intensidad utilizada en el circuito.
- $I_z$ : es la intensidad admisible en la canalización según la norma UNE 20460, parte 5-523.
- $I_n$ : es la intensidad nominal del dispositivo de protección.

Para los dispositivos de protección regulables:

- $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.
- $I_2$ : es la intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual a:
  - La intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos.
  - La intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles del tipo gI.
  - 0,9 veces la intensidad de fusión en el tiempo convencional para los fusibles gII.

#### **4.1.3. Protección contra las corrientes de cortocircuito.**

Esta prescripción solo considera los casos de cortocircuitos previstos entre conductores de un mismo circuito.

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa, debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

##### Características de los dispositivos de protección contra los cortocircuitos.

Todo dispositivo que asegure la protección contra los cortocircuitos debe responder a las dos condiciones siguientes:

1. Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado, salvo en el caso admitido en el párrafo siguiente.

Se admite un dispositivo que posea un poder de corte inferior, con la condición de que otro aparato protector que tenga el necesario poder de corte sea instalado aguas arriba. En este caso, las características de los dispositivos deben estar coordinadas de tal forma que la energía que dejan pasar los dispositivos no sea superior a la que pueden soportar sin perjuicio, el dispositivo situado aguas abajo y las canalizaciones protegidas por estos dispositivos.

Las informaciones necesarias deben obtenerse de los fabricantes de los dispositivos.

2. El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura límite admisible por los conductores.

Para los cortocircuitos de una duración (t) como máximo igual a 5 segundos, la duración necesaria para que una corriente de cortocircuito eleve la temperatura de los conductores al límite admisible en servicio normal al valor límite, puede calcularse, en primera aproximación, con ayuda de la siguiente fórmula:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

Donde:

- t = es la duración en segundos.
- S = es la sección en mm<sup>2</sup>.
- I = es la corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz.
- k = 115 para los conductores de cobre aislados con policloruro de vinilo.  
 = 135 para los conductores de cobre aislados con caucho para uso general, con butilo, con polietileno reticulado o con etileno propileno.  
 = 74 para conductores de aluminio aislados con policloruro de vinilo.  
 = 135 para los conductores de aluminio aislados con caucho para uso general, con butilo, con polietileno reticulado o con etileno propileno.  
 = 115 para conexiones soldadas con estaño en los conductores de cobre, correspondientes a una temperatura de 160 °C.

La intensidad I<sub>cc</sub> se establece siguiendo un régimen transitorio en función de las reactancias X y de las resistencias R, componiendo la impedancia Z<sub>cc</sub>:

$$Z_{cc} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

En una distribución de potencia, la reactancia X=Lω es generalmente mucho más elevada que la resistencia R y la relación R/X se sitúa entre 0,1 y 0,3.

Prácticamente, para estos valores, es igual la relación R/X que el cosφ<sub>cc</sub>.

$$\cos \varphi_{cc} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

Es pues necesario calcular I<sub>chp</sub> para determinar el poder de cierre de los interruptores automáticos a instalar y también para definir los esfuerzos electrodinámicos, que deberá soportar el conjunto de la instalación.

Su valor se deduce del valor eficaz de la corriente de cortocircuito simétrico por la relación:

$$I_{chp} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cpp}$$

El coeficiente  $k$  viene dado por la siguiente curva en función de la relación  $R/X$  o  $R/L$ .

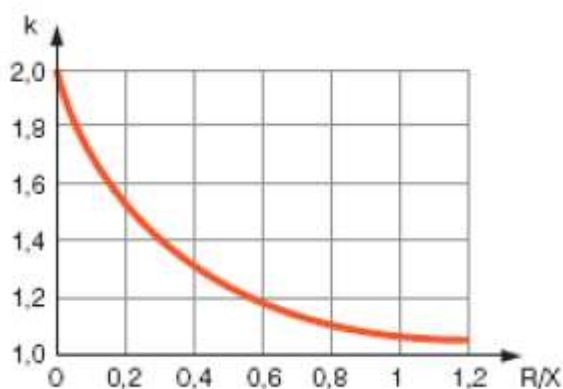


Figura 2.1 – Curva del coeficiente  $k$  en función de  $R/X$  o  $R/L$ .

#### 4.1.4. Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.

##### Protección asegurada por el mismo dispositivo.

Las características de los dispositivos deben estar coordinadas de tal forma que la energía que deja el dispositivo de protección contra los cortocircuitos no sea superior a la que pueda soportar sin daño el dispositivo de protección contra sobrecargas.

#### 4.2. Determinación práctica de la sección mínima de una conducción.

En la determinación de la sección mínima adecuada en una conducción intervienen tres conceptos:

1. Que la densidad de corriente sea adecuada para la naturaleza del conductor, el aislante y el sistema de instalación.
2. Que la caída de tensión sufrida en la instalación se mantenga dentro de los límites fijados por las ITC-BT.
3. Que la conducción con sus protecciones sea capaz de soportar las sobreintensidades propias del circuito (sobrecargas temporales y corrientes de cortocircuito).

En nuestra instalación entran en juego las siguientes tipos de líneas de distribución:

## A) INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

El paso del tiempo ha demostrado que había excesiva simplificación para la diversidad de modos de instalaciones eléctricas en edificios, que se utilizan en la práctica, lo que hacía necesarias unas tablas de cargas más ajustadas a la realidad.

Esta necesidad motivó la publicación de la norma UNE 20.460 - "Instalaciones Eléctricas en Edificios", que es una adaptación del Documento de Armonización del CENELEC HD-384 que, a su vez, se corresponde con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 364. La determinación de las intensidades admisibles en los cables descritos en este apartado se ajustará a lo prescrito en la citada norma UNE 20.460.

Las tablas en las que se alude a cables tripolares o a tres cables unipolares. Por cable tripolar se entiende cable multiconductor con 3 conductores cargados (típicamente en trifásica). Cuando se habla de tres cables unipolares, análogamente nos referimos a una línea con 3 cables activos de un solo conductor, al margen de que en el circuito haya otros conductores considerados no activos (neutro sin armónicos y/o "tierra").

### Temperatura admisible:

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislamiento pueda soportar, sin alteraciones de sus propiedades eléctricas, mecánicas y químicas. Esta temperatura está en función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

En la Tabla 2 de la ITC-BT-07, se especifican con carácter informativo las temperaturas máximas admisibles, en servicio permanente y en cortocircuito, para algunos tipos de cables aislados con aislamiento seco.

Cables aislados con aislamiento seco, temperatura máxima, en °C asignada al conductor.

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de vinilo (PVC)		
$S \leq 300 \text{ mm}^2$	70	160
$S > 300 \text{ mm}^2$	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250


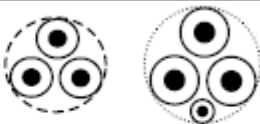
**Tabla 2.3** – Temperaturas máximas para conductores con aislamiento seco.

### Líneas en atarjeas o canales revisables.

La única línea con estas características será la que alimenta al cuadro general de baja tensión desde el C.T.

### **Intensidades máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de cobre en instalación al aire en galerías ventiladas:**

Para la obtención de las intensidades máximas admisibles en este tipo de instalación nos iremos a la tabla 12 de la ITC-BT-07.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	220	165
95	285	280	235	260	250	205
120	335	325	275	300	290	240
150	385	375	315	350	335	275
185	450	440	365	400	385	315
240	535	515	435	475	460	370
300	615	595	500	545	520	425
400	720	700	585	645	610	495
500	825	800	665	-	-	-
630	950	915	765	-	-	-

**Tabla 2.4** – Intensidades máximas admisibles para conductores instalados en atarjeas o canales revisables.

Cuando las condiciones de la instalación son distintas a las estándares tomadas como base para la confección de la tabla mencionada: Temperatura del aire 40 °C, un solo cable trifásico o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo y una disposición que permita una eficaz renovación del aire, se tomarán los factores de corrección que siguen.

### **Cables instalados al aire en ambientes de temperatura distinta de 40 °C.**

En la siguiente tabla, tabla 13 de la ITC-BT-07, se indican los factores de corrección F, de la intensidad admisible para temperaturas del aire ambiente,  $\theta_a$ , distintas de 40 °C, en función de la temperatura máxima de servicio  $\theta_s$  de la tabla 2, anteriormente citada.

Temperatura de servicio $\Theta_s$ en °C	Temperatura ambiente, $\Theta_a$ , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58

**Tabla 2.5** - Factor de corrección para cables instalados al aire con temperaturas ambientes distintas a 40 °C.

El factor de corrección para otras temperaturas distintas de las de la tabla será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_a}{\theta_s - 40}}$$

### Agrupaciones de cables instalados al aire.

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

Por esta razón la Norma UNE 20-460-5-523 incluye la tabla A.52-3 en la que se reseñan los factores de corrección a considerar cuando en una canalización se encuentran juntos varios circuitos o varios cables multiconductores.

Ref.	Disposición cables contiguos	Nº circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores		
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			

**Tabla 2.6** - Factor de corrección para agrupaciones de cables .

### Líneas sobre bandeja de rejilla, tubo o canaleta en montaje superficial.

Para el cálculo de las líneas sobre estas canalizaciones se tendrá en cuenta la ITC-BT-19 en cuanto al tipo de instalación e intensidades admisibles.

#### Intensidades máxima admisible:

Las intensidades máximas admisibles las obtendremos de la tabla 1 de la ITC-BT-19, en la cual aparecen para una temperatura ambiente del aire de 40 °C, para los distintos métodos de instalación y distintos agrupamientos y tipos de cables. Si la temperatura ambiente difiere a 40 °C así como si existen agrupaciones de circuitos se deberán de utilizar los diferentes factores de corrección.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos <sup>1</sup> en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos <sup>2</sup> en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>3</sup>					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre <sup>3</sup> Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>3</sup>					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4</sup> Distancia a la pared no inferior a D <sup>4</sup>						3x PVC			3x XLPE o EPR <sup>11</sup>			
G		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5</sup>								3x PVC <sup>10</sup>		3x XLPE o EPR		
<b>Cobre</b>		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-
		70				149	160	171	188	202	224	244	321	-
		95				180	194	207	230	245	271	296	391	-
		120				208	225	240	267	284	314	348	455	-
		150				236	260	278	310	338	363	404	525	-
		185				268	297	317	354	386	415	464	601	-
		240				315	359	374	419	455	490	552	711	-
		300				360	404	423	484	524	565	640	821	-

**Tabla 2.7** – Intensidades máximas admisibles para conductores instalados sobre bandeja de rejilla, tubo o canaleta en montaje superficial.



#### 4.2.1. Limite máximo de la caída de tensión.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en las instrucciones ITC-BT-14 “Línea general de alimentación”, la ITC-BT-15 “Derivaciones individuales” y la ITC-BT-19 “Prescripciones generales” prescribe, para los usos domésticos e industriales las caídas de tensión, desde la conexión con la red pública de BT hasta la carga más alejada.

- ITC-BT-14 “Línea general de alimentación”.  
La caída de tensión máxima permitida será:
  - Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5 por 100.
  - Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 por 100.
- ITC-BT-15 “Derivaciones individuales”.  
La caída de tensión máxima admisible será:
  - Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5 %.
  - Para el caso de contactores totalmente concentrados: 1 %.
  - Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1,5 %.
- ITC-BT-19 “Prescripciones generales”.  
La caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.  
Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

En este caso, para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

La caída de tensión se entiende en servicio normal y con los aparatos susceptibles de poder trabajar simultáneamente en funcionamiento.

Si la caída de tensión es superior a los valores prescritos, será necesario incrementar la sección de los conductores, hasta poder llegar a valores inferiores a los límites.

#### 4.2.2. Cálculo de la sección de los conductores.

El cálculo de las secciones se realiza con la comprobación de los criterios de densidad de corriente, de caída de tensión y de cortocircuito, este último no suele considerarse en instalaciones interiores o receptoras de BT que se encuentren muy alejadas del centro de transformación, ya que los valores de la corriente de cortocircuito en estos puntos no es muy elevada para los poderes y tiempos de corte de las protecciones normalizadas contra sobreintensidades.

Las tensiones actuales que consideraremos serán la de 400 V entre fases, y la de 230 V entre fase y neutro, tal y como establece el RBT.

##### a) Sección por densidad de corriente, por intensidad admisible o por calentamiento:

Circuito trifásico:

Circuito monofásico:

$$I_{\text{calculo}} = \frac{P_{\text{calculo}}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

$$I_{\text{calculo}} = \frac{P_{\text{calculo}}}{V \cdot \cos \varphi}$$

Siendo:

$P_{\text{cálculo}}$  = Valor de la potencia del receptor incluidos los diferentes factores de corrección.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia del receptor en cuestión.

$I_{\text{cálculo}}$  = Valor de intensidad para elegir la sección del conductor.

Para la elección del conductor nos vamos a la tabla correspondiente y seguimos el siguiente criterio:

$$I_{\text{admisible}} \geq I_{\text{calculo}}$$

Siendo:

$I_{\text{admin}}$  = Intensidad que soportan los cables elegidos sin factores de corrección.

$$I'_{\text{admisible}} = I_{\text{admisible}} \cdot fct$$

Siendo:

$I'_{\text{admin}}$  = Intensidad que soportan los cables elegidos con factores de corrección.

$$F_c = \frac{I_{\text{calculo}}}{I'_{\text{admisible}}_{\min ima}}$$

Siendo:

$F_c$  = Factor de carga.

$$\theta_c = \frac{I_{\text{calculo}}}{n \cdot S}$$

Siendo:

$\theta_c$	= Densidad de corriente.
$n$	= nº de conductores que comprenden una fase.
$S$	= Sección de los conductores de fase.

### b) Sección por caída de tensión.

A continuación exponemos las fórmulas que permiten calcular las caídas de tensión de un circuito por kilómetro de longitud.

Monofásico:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P_{\text{calculo}}}{K \cdot n \cdot S \cdot V} + \frac{2 \cdot L \cdot P_{\text{calculo}} \cdot X_u \cdot \tan \varphi}{1.000 \cdot V}$$

Trifásico:

$$e = \frac{L \cdot P_{\text{calculo}}}{K \cdot n \cdot S \cdot V} + \frac{L \cdot P_{\text{calculo}} \cdot X_u \cdot \tan \varphi}{1.000 \cdot V}$$

La caída de tensión en tanto por ciento sería:

$$e\% = 100 \frac{\Delta U}{U_n}$$

Siendo:

$e$	= Caída de tensión en V.
$e\%$	= Caída de tensión porcentual.
$P_{\text{cal}}$	= Potencia de calculo en W.
$L$	= Longitud de cálculo en metros.
$K$	= Conductividad.
$V$	= Tensión de servicio (trifásica o monofásica).
$n$	= Nº de conductores por fase.
$S$	= Sección del conductor en $\text{mm}^2$
$X_u$	= Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$ . En ausencia de otra indicación tomaremos $X_u = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$ .
$\tan \varphi$	= Tomamos como factor de potencia el utilizado en las tablas para la previsión de potencia de cada receptor.

Los cables termoestables soportan hasta 90 °C en régimen permanente y a esa temperatura debemos considerar el conductor de nuestra instalación ( $K = 44$  para Cu,  $K = 28$  para Al). Se trata de considerar las condiciones más desfavorables salvo que se decida calcular la temperatura a la que realmente se encuentra el conductor. No hay que olvidar que los conductores no permanecen a 20 °C en las instalaciones pues al margen de la temperatura ambiente en la que se encuentran se calientan por

efecto Joule y podríamos llegar a errores del 28 % si consideráramos la conductividad (K) a 20 °C.

Para obtener valores de la conductividad (K) a cualquier temperatura ( $\sigma$ )...

$$K_{\sigma} = \frac{1}{\rho_{\sigma}}$$

$$\rho_{\sigma} = \rho_{20} [1 + \alpha(\sigma - 20)]$$

Donde:

- $\rho_{\sigma}$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $\sigma$  en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20 °C en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- $\alpha$  = coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C-1 (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al).

Y para obtener  $\sigma$ :

$$\sigma = \sigma_0 + (\sigma_{\max} - \sigma_0) \left( \frac{I}{I_{\max}} \right)^2$$

Donde:

- $\sigma$  = Temperatura real estimada en el conductor.
- $\sigma_{\max}$  = Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (70 °C para aislamiento termoplásticos y 90 °C para aislamientos termoestables).
- $\sigma_0$  = temperatura ambiente del conductor sin carga.
- $I$  = Intensidad prevista para el conductor.
- $I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación.

MATERIAL	K	K	K
Cobre	56	47,6	44
Aluminio	35	29	27,3
Temperatura	20 °C	70 °C	90 °C

Tabla 2.8 –Valores de la conductividad K.

Para los cálculos correspondientes utilizaremos los valores de la tabla que son los más desfavorables.

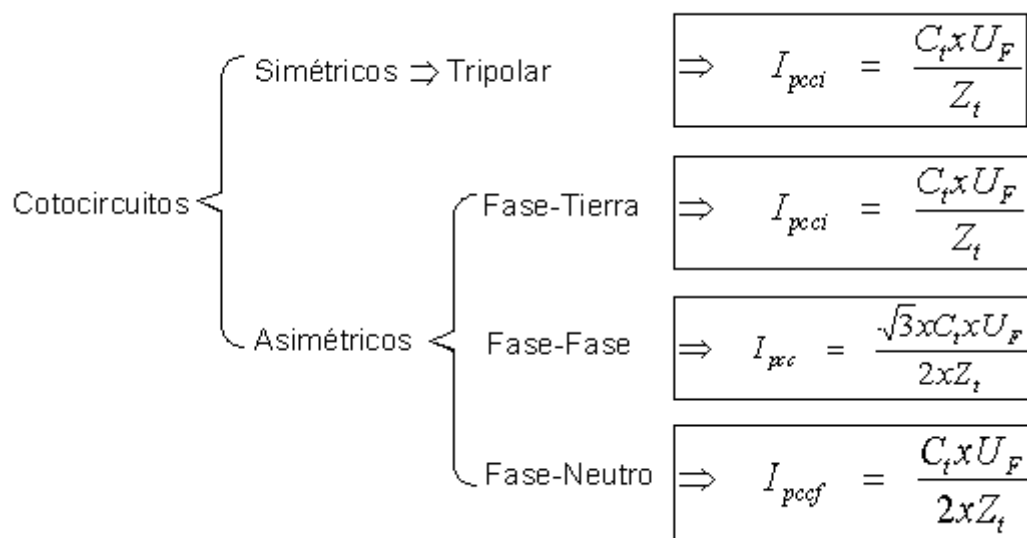
#### 4.2.3. Determinación de la sección en función de la corriente de cortocircuito.

El cálculo de los circuitos no debería hacerse únicamente atendiendo a criterios de sobrecargas (intensidad máxima admisible por los conductores) ó de pérdida de potencia (caída de tensión). Además, hay que tener en cuenta las peligrosas corrientes de cortocircuitos, conjugando los tres factores a la vez junto con el cuarto, que es el medio de protección elegido. Esto es así, porque las secciones de los conductores hay

veces que hay que elevarlas para que las protecciones a colocar protejan correctamente nuestra instalación.

Un magnetotérmico o fusible mal elegido, podría hacer que una pequeña corriente de cortocircuito permaneciese 5 ó más segundos, dando tiempo a que el aislamiento termoplástico de los conductores se inflame y se origine un incendio en nuestra instalación, o que se deteriore el bobinado de un motor, quedando inservible.

Un cortocircuito se produce por un contacto entre dos partes activas a distinto potencial de una instalación eléctrica. Y estos se pueden clasificar en dos grupos:



Observamos que:

- Los valores saldrán en “KA”, siempre que introduzcamos la impedancia en “mΩ”.
- La clasificación va de mayor a menor corriente de cortocircuito.
- El cortocircuito tripolar simétrico (afecta a todas las fases de forma simultánea) y el fase-tierra, tienen la misma fórmula de cálculo.
- El fase-neutro, es el de menor corriente de cortocircuito, y en líneas salientes de cuadros alejados de la CGBT, con conductores de poca sección, tomará los valores más pequeños y por tanto más peligrosos si la protección no está correctamente elegida (curva de respuesta de un magnetotérmico no apropiada ó fusible mal elegido por sobrepasarse la longitud de circuito máximo a proteger).
- Todas ellas se llaman intensidades permanentes de cortocircuitos, porque tienden a permanecer, si no hay una causa que las extinga (actuación del medio de protección, o desaparición casual del objeto que causó el corto).
- $C_t$  se toma igual a 0,8. Representa la caída de la tensión al 80 % de su valor nominal, cuando pasa por los conductores la  $I_{pcci}$  ó  $I_{pccf}$  que estamos calculando.
- Los subíndices “i” y “f” de las  $I_{pcc}$ , los veremos en el siguiente punto.

Intensidades permanentes de cortocircuitos a tener en cuenta para la correcta elección de las protecciones.

Vamos a llamar punto de estudio "i", a aquel donde queremos colocar una protección, de él saldrá una línea (trifásica ó monofásica) hacia otro cuadro ó receptor, que será nuestro punto "f".

Si nos colocamos en el cable que une "i" con "f", el punto "i" estará aguas arriba, mientras que el "f" estará aguas abajo (en el receptor ó más cerca de él o ellos). La  $I_{pcci}$  será la del cortocircuito tripolar simétrico ó la del fase-tierra, por ser la de mayor poder de corte. Ambas tienen idéntica fórmula de cálculo, y nos servirá para elegir el poder de corte del magnetotérmico o fusible, que tendrá que ser mayor que el resultado que obtengamos de la fórmula. La  $I_{pccf}$  será la del corto más pequeño: el fase-neutro, y nos servirá para elegir la curva de respuesta del magnetotérmico, o la curva del fusible en función de su  $I_{F5}$ .

#### 4.2.3.1. Determinación de las impedancias de una red.

La impedancia  $Z_t$  nos hace falta para calcular las intensidades  $I_{pcci}$  (tripolar simétrico ó fase-tierra) e  $I_{pccf}$  (fase-neutro). Dicha impedancia se calcula sumando desde el origen (trafo del CT) las impedancias de todas las líneas eléctricas que estén dispuestas en nuestra instalación hasta llegar al punto "i" (donde queramos colocar una protección) ó al punto "f" (línea que sale del punto "i" hacia el receptor).

#### Impedancia, resistencia y reactancia de un transformador referida al secundario.

Las fórmulas a utilizar serían las siguientes:

$$Z_{cc02} (m\Omega) = \frac{V_{ccL} \% \cdot V_{IN}^2}{100 \cdot S (kVA)}$$

$$R_{cc02} (m\Omega) = \frac{V_{RccL} \% \cdot V_{IN}^2}{100 \cdot S (kVA)}$$

$$X_{cc02} (m\Omega) = \sqrt{Z_{cc02}^2 - R_{cc02}^2}$$

Siendo:

- $V_{ccL}$  = Tensión de cortocircuito de línea total porcentuada.
- $V_{RccL}$  = Tensión de cortocircuito óhmica porcentuada.
- $S$  = Potencia aparente del transformador.
- $V_{IN}$  = Tensión del secundario.

#### Impedancia, resistencia y reactancia de las conducciones:

La resistencia y reactancia de un conductor se calcula con la expresión:

$$R_c = \frac{1.000 \cdot C_R \cdot L}{K \cdot S \cdot n}$$

$$X_c = \frac{X_u \cdot L}{n}$$

Siendo:

- $R_c$  = Resistencia del conductor del tramo "j" considerado en miliohm
- $X_c$  = Reactancia del conductor del tramo "j" considerado en miliohm.
- $L_c$  = Longitud del conductor del tramo "j" considerado en "m".
- 1000 = Coeficiente de conversión para pasar de ohmios a miliohmios.
- $C_R$  = 1,5 = Coeficiente de subida de la resistencia del conductor con la temperatura (que produce el paso de la  $I_{pcc}$  i ó f).
- $K$  = Valor de la conductividad del metal conductor en "m/(ohm x mm<sup>2</sup>)".  $K$  vale 35 en el aluminio y 56 en el cobre.
- $S$  = Sección del conductor del tramo "j" considerado en "mm<sup>2</sup>".
- $n$  = Número de conductores en paralelo por fase.
- $X_u$  = Valor en "**miliohm/m**" de la reactancia unitaria ( de un metro de conductor) del tramo "j" considerado. Salvo que tengamos un dato más exacto del fabricante, lo tomaremos siempre igual a 0,08.

La impedancia resultante sería:

$$Z_c = \sqrt{R_c^2 + X_c^2}$$

#### 4.2.3.2. Comportamiento de los conductores en función del tipo de aislamiento y la temperatura de trabajo.

El dispositivo de protección elegido, deberá tener un poder de corte mayor a la  $I_{pcc}$  del punto donde va colocado en nuestra instalación. Además de dicho poder de corte, que garantiza que el dispositivo actúe antes de que la corriente de corto lo queme o averíe, la actuación del dispositivo (magnetotérmico ó fusible) deberá hacerse antes de que el conductor, y con él su aislamiento, supere la temperatura de cortocircuito. La temperatura de cortocircuito de un conductor  $T_{CC}$  varía en función de la naturaleza del aislamiento utilizado.

Sin embargo, en régimen normal de funcionamiento, el cable no debe superar la temperatura de servicio ó régimen permanente  $T_{RP}$ , bastante inferior a la de cortocircuito, y que es también función del aislante empleado en la configuración del conductor, como vemos en la siguiente tabla:

Aislamiento	Sigla	$T_{RP}$	$T_{SC}$	$T_{CC}$
Polietileno Reticulado	XLPE ó r	90 °C	150 °C	250 °C
Etileno-Propileno	EPR	90 °C	150 °C	250 °C
Goma Butilica G2	b	85 °C	140 °C	220 °C
Policloruro de Vinilo	PVC	70 °C	110 °C	160°C(\$ > 300 ) 140°C(\$ <= 300 )

**Tabla 2.9** – Comportamiento de los conductores en función del tipo de aislamiento y la temperatura de trabajo.

Si el cable no supera la temperatura de régimen permanente  $T_{RP}$ , su vida útil se alarga, ya que trabaja en perfecto equilibrio térmico, y el aislamiento no envejece. En caso de sobrecarga, se permite que el conductor alcance la temperatura de sobrecarga  $T_{SC}$  mayor que la de régimen permanente, pero inferior a la de cortocircuito, durante el tiempo convencional máximo de una hora. Por encima de dicho tiempo, se produciría deterioro del cable. Si el cable supera la temperatura de cortocircuito  $T_{CC}$ , el aislamiento sufre deterioro y se corre peligro de que se produzcan arcos eléctricos e incendios (cortocircuitos). Hay que evitar superar dicha temperatura, y dicha misión se la encomendamos al relé magnético del magnetotérmico, o en su caso a una correcta elección del fusible.

#### 4.2.3.3. Cálculo del tiempo máximo que un conductor soporta la $I_{pcc}$ .

El cálculo de dicho tiempo se realiza, para comprobar que el conductor aguanta el cortocircuito un tiempo superior al de actuación del dispositivo de protección. Esto significa, que la curva de carga del cable queda por encima de la de respuesta del dispositivo empleado (fusible o magnetotérmico). Cuando se produce un cortocircuito fase-neutro junto a un receptor, el conductor que lo une con el dispositivo de protección, es recorrido por la corriente  $I_{pccf}$ . Dicho cortocircuito no debe durar más de 5 s, y durante él, toda la energía liberada por el cortocircuito es absorbida por el conductor y su aislamiento, que no deben superar la  $T_{CC}$ .

El tiempo máximo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito sería:

$$t_{mcicc} = \frac{Cc \cdot S^2}{I_{pccf}^2}$$

Siendo:

- $t_{mcicc}$  = Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .
- $Cc$  = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislante. En nuestro caso: Conductor de cobre con aislamiento en XLPE,  $Cc = 20.449$ .
- $S$  = Sección de la línea en  $mm^2$ .
- $I_{pccf}$  = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

#### 4.2.3.4. Método práctico de cálculo de la longitud máxima de conducción que protege un interruptor automático o un fusible.

Sabemos como protegernos frente a los cortocircuitos con los dispositivos de protección básicos. Si nos fijamos en los procesos de elección, cuando alargamos el circuito protegido, cambiamos su impedancia, lo cual reduce la  $I_{pccf}$ . El problema está, en que dicha reducción sólo puede llegar hasta unos límites controlables por el dispositivo o dicho de otra forma, podremos alargar el circuito siempre que la  $I_{pccf}$  no entre en la zona térmica y se puedan producir reacciones retardadas con peligro de incendio de las instalaciones y riesgos para las personas.

Veamos a continuación, cuanto se puede alargar un circuito protegido con un magnetotérmico o con un fusible, sin tener en cuenta si la caída de tensión, aumentada al hacerlo, es o no admisible según el RBT. De todas formas, ello podría ser



comprobado posteriormente con las fórmulas de cálculo de sección adecuada a sus características de diseño:

$$Si \ l \uparrow \Rightarrow Z_f \uparrow \Rightarrow I_{pccf} = \frac{0,8xU_F}{2xZ_f} \downarrow$$

Lo podré hacer hasta que  $I_{pccf} = I_{MAG}$

Nota: Si  $I_{pccf}$  la hacemos menor que la  $I_{MAG}$ , ya no disparará el relé magnético con seguridad. El disparo podrá entrar en la zona térmica, y superar fácilmente los 5 segundos, lo cual no lo permite la normativa vigente.

$$Si \ I_{pccf} = I_{MAG} \Rightarrow I_{MAG} = \frac{0,8xU_F}{2xZ_f} \Rightarrow Z_f = \frac{0,8xU_F}{2xI_{MAG}}$$

Por otra parte:

$$\left. \begin{aligned} R_{cf} &= R_{ci} + R_f = R_{ci} + \frac{1.500xl}{KxS_f} \\ X_{cf} &= X_{ci} + X_f = X_{ci} + 0,08xl \end{aligned} \right\} Z_{cf} = \sqrt{R_{cf}^2 + X_{cf}^2}$$

$$\frac{0,8xU_F}{2xI_{MAG}} = \sqrt{\left[ R_{ci} + \frac{1.500xl}{KxS_f} \right]^2 + \left[ X_{ci} + 0,08xl \right]^2}$$

$$\frac{0,16xU_F^2}{I_{MAG}^2} = \left[ R_{ci} + \frac{1.500xl}{KxS_f} \right]^2 + \left[ X_{ci} + 0,08xl \right]^2$$

$$\frac{0,16xU_F^2}{I_{MAG}^2} = \left[ R_{ci}^2 + \frac{3.000xR_{ci}xl}{KxS_f} + \frac{2,25x10^6xl^2}{K^2xS_f^2} \right] + \left[ X_{ci}^2 + 0,16xX_{ci}xl + 6,4x10^{-3}xl^2 \right]$$

Operando, obtendremos una ecuación de segundo grado de la forma:

$$a \cdot l^2 + b \cdot l + c = 0$$

$$\left[ \frac{2,25x10^6}{K^2xS_f^2} + 6,4x10^{-3} \right] xl^2 + \left[ \frac{3.000xR_{ci}}{KxS_f} + 0,16xX_{ci} \right] xl + \left[ R_{ci}^2 + X_{ci}^2 - \frac{0,16xU_F^2}{I_{MAG}^2} \right] = 0$$

Donde:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{2,25 \times 10^6}{K^2 \times S_f^2} + 6,4 \times 10^{-3} \\ b &= \frac{3.000 \times R_{cai}}{K \times S_f} + 0,16 \times X_{cai} \\ c &= R_{cai}^2 + X_{cai}^2 - \frac{0,16 \times U_F^2}{I_{MAG}^2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \text{Siendo: } l &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ l &= \text{Longitud máxima protegida por} \\ &\quad \text{un magnetotérmico} \end{aligned}$$

Nota: El punto "i" será el cuadro donde esté colocado el magnetotérmico del circuito que queremos alargar, cuya sección "S<sub>f</sub>" conocemos. El punto "f" estará colocado a la longitud máxima "l" que dicho circuito puede ser alargado, para que se cumpla que I<sub>pccf</sub> sea igual a la I<sub>MAG</sub>.

Si conocemos la impedancia del punto "i" (resistencia y reactancia), la sección del circuito "f" y el tipo de metal (para saber su conductividad K) y, además, tenemos la curva de respuesta del magnetotérmico, que nos permite saber su I<sub>MAG</sub>, resolver el problema es fácil con las ecuaciones arriba dadas.

Deberemos comprobar una vez alargado el circuito, que para I<sub>pccf</sub> = I<sub>MAG</sub> la curva de carga del cable está por encima de la del magnetotérmico, o dicho de otra forma comprobar el tiempo máximo que un conductor soporta la Ipcc.

:

$$t_{\max CICC} (s) > t_d (\text{disparo relé magnético}) \text{ siendo: } t_{\max CICC} = \frac{C_c \times S_c^2 (mm^2)^2}{I_{pccf}^2 (A)^2}$$

$$t_d = 0,1 \text{ s, (salvo que sea regulable)}$$

#### 4.2.3.5. Verificación de los efectos de las corrientes de cortocircuito sobre los conductores.

En general la verificación de los efectos térmicos de las corrientes de cortocircuito sobre los conductores es inexistente, a excepción de las conducciones delgadas próximas a CT.

##### Efectos térmicos.

Normalmente el paso de una corriente de cortocircuito por los conductores de una conducción, durante un tiempo muy corto, produce el calentamiento adiabático, es decir, el calentamiento del alma metálica del conductor. Este no tiene tiempo de disiparse a través de los demás componentes del conductor.

Para tiempos inferiores a 5 segundos podemos considerar que:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

Siendo:

- I = Intensidad de circulación en A.  
 t = Tiempo de duración de la circulación de corriente en s.  
 K = constantes en función del conductor:

Valores del coeficiente K <sup>2</sup> , para los conductores en función de la naturaleza del conductor		
Aislante	Conductor	
	Cobre	Aluminio
PVC	13.225	5.776
PR	20.449	8.836

**Tabla 2.10** – Valores del coeficiente K<sup>2</sup> para los conductores en función de la naturaleza del conductor.

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

En realidad, se trata de verificar si el I<sup>2</sup>·t que deja pasar el elemento protector es menor que el que es capaz de soportar, sin alteración de las propiedades, el propio conductor o canalización.

Energía máxima capaz de soportar un conductor sin alteración de sus propiedades I <sup>2</sup> t (en A <sup>2</sup> s · 10 <sup>6</sup> )				
S (mm <sup>2</sup> )	PVC		PR	
	Cu	Al	Cu	Al
K	115	76	143	94
K <sup>2</sup>	13.225	5.776	20.449	8.836
1,5	0,0297	0,0130	0,0460	0,0199
2,5	0,0826	0,0361	0,1278	0,0552
4	0,2116	0,0924	0,3272	0,1414
6	0,4761	0,2079	0,7362	0,3181
10	1,3225	0,5776	2,0450	0,8836
16	3,3856	1,4786	5,2350	2,2620
25	8,2656	3,6100	12,7806	5,5225
35	16,2006	7,0756	25,0500	10,8241
50	29,8390	13,0320	46,1330	19,9360

**Tabla 2.11** – Energía máxima capaz de soportar un conductor sin alterar sus propiedades.

#### 4.2.3.6. Intensidades máximas que pueden soportar los conductores en condiciones de cortocircuito.

El reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se refiere a la normativa UNE para los temas que no detalla y la normativa IEC y UNE limita la corriente de cortocircuito en algunos conductores.

### ***Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores.***

En la siguiente tabla se indican las densidades de corriente de cortocircuito admisibles en los conductores de cobre y de los cables aislados con diferentes materiales en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de cobre.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	449	319	259	201	142	116	100	90	82
PVC									
S ≤ 300 mm <sup>2</sup>	364	257	210	163	115	94	81	73	66
S > 300 mm <sup>2</sup>	322	228	186	144	102	83	72	64	59

**Tabla 2.12** – Intensidad de cortocircuito admisible en los conductores en función de la duración del cortocircuito.

### ***Temperaturas admisibles en los conductores.***

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen, en cada caso, de la temperatura máxima que el aislamiento pueda soportar sin alteraciones de sus propiedades dieléctricas, mecánicas y químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

En la tabla, se especifican, con carácter informativo, las temperaturas máximas admisibles, en servicio permanente y en cortocircuito, para algunos tipos de cables aislados con aislamiento seco.

Cables aislados con aislamiento seco; temperatura máxima, en °C, asignada al conductor.

Tipo de aislamiento seco	Temperatura máxima °C Servicio permanente $\theta_s$	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de Vinilo (PVC)		
S ≤ 300 mm <sup>2</sup>	70	160
S > 300 mm <sup>2</sup>	70	140
Poliétileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

**Tabla 2.13** – Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor en cortocircuito.

#### **4.2.4. Los conductores de protección PE.**

Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la siguiente tabla, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la tabla.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S (*)$ 16 $S/2$
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

Tabla 2.14 – Sección mínima de los conductores de protección

#### 4.2.5. Conductor de protección entre el transformador MT/BT, la unión equipotencial principal y el CGBT.

##### Los conductores instalados aguas arriba del interruptor general de BT.

Son protegidos por los dispositivos de protección de MT. Por tanto, deben ser dimensionados en función del tipo de protección y el calibrado de la misma.

La tabla de referentes para la elección de los conductores de protección. Sinóptico de la norma UNE 20460, nos establece los valores de la sección del conductor de protección, en función de la protección, teniendo en cuenta:

- La potencia nominal del transformador MT/BT (P en kVA).
- El tiempo de eliminación de la corriente de cortocircuito por la protección de MT (tiempo en segundos).
- El aislamiento y la naturaleza del material del conductor de protección.
- Si la protección de MT se realiza con fusibles, utilizaremos las columnas 0,2s.
- Si la protección de MT se realiza con interruptores automáticos, utilizaremos las columnas 0,5 s.

Sección del conductor de protección, protegido desde MT											
P. transformador (kVA)		Naturaleza del conductor	Conductores desnudos			Conductores aislados PVC			PR		
Tensión BT		Cu t(s)	0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s	
127/ 220 V	230/ 400 V	Al t(s)		0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s
< 63	< 100	Sección de los conductores de protección S <sub>PE</sub> (mm²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
100	160		25	25	35	25	25	50	25	25	35
125	200		25	35	50	25	35	50	25	25	50
160	250		25	35	70	35	50	70	25	35	50
200	315		35	50	70	35	50	95	35	50	70
250	400		50	70	95	50	70	95	35	50	95
315	500		50	70	120	70	95	120	50	70	95
400	630		70	95	150	70	95	150	70	95	120
500	800		70	120	150	95	120	185	70	95	150
630	1.000		95	120	185	95	120	185	70	120	150
800	1.250	95	150	185	120	150	240	95	120	185	

Tabla 2.15 – Sección del conductor de protección, protegido desde MT.

## 5. Cálculo de la instalación de alumbrado.

El método de cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores depende del tipo de iluminación que deseamos conseguir. A menudo nos bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de los lúmenes. Para los casos en que requiramos una mayor precisión o necesitemos conocer los valores de las iluminancias en algunos puntos concretos como pasa en el alumbrado general localizado o el alumbrado localizado recurriremos al método del punto por punto.

### Método de los lúmenes:

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

### Método del punto por punto:

Si queremos conocer cómo es la distribución de la iluminación en instalaciones de alumbrado general localizado o individual donde la luz no se distribuye uniformemente o cómo es exactamente la distribución en el alumbrado general. En estos casos emplearemos el método del punto por punto que nos permite conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos.

### 5.1. Método utilizado.

En nuestro caso y debido a que la iluminación necesaria para nuestra industria, y el trabajo a realizar en ella en cuestión, no precisa una iluminación en puntos concretos, utilizaremos el método de los lúmenes.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

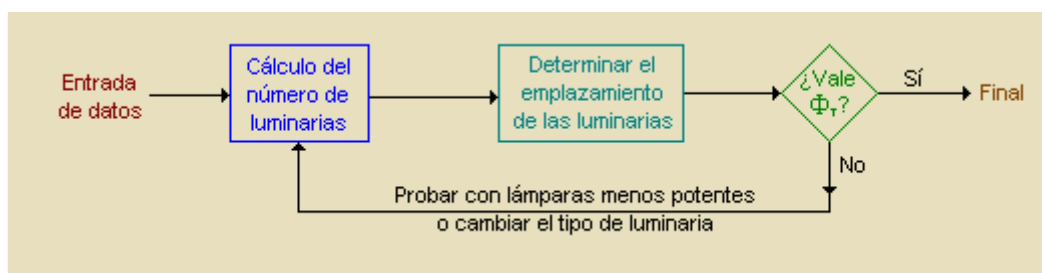


Figura 2.2 – Proceso a seguir para el cálculo de la iluminación.

#### 5.1.1. Datos de entrada.

- Dimensiones del local y altura del centro de trabajo (la altura del suelo a la mesa de trabajo, normalmente 0,85 m).

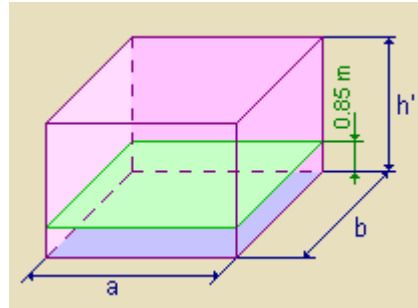


Figura 2.3 – Dimensiones del local y altura del centro de trabajo.

- Nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local.
- Tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

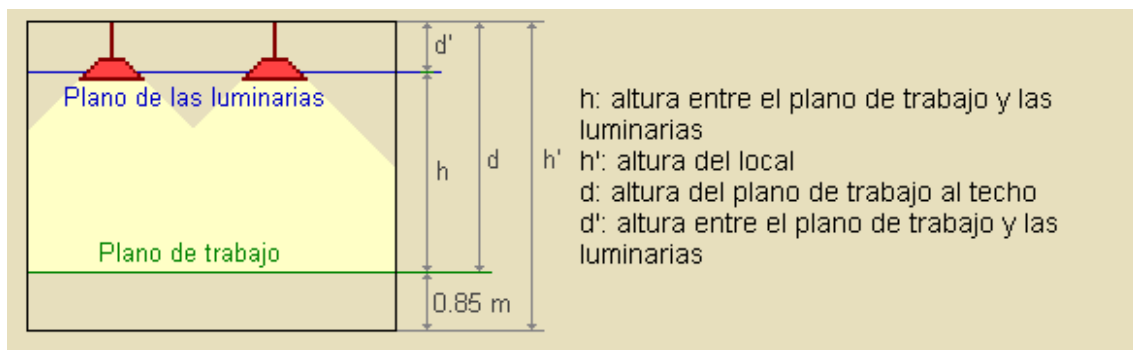


Figura 2.4 – Cálculo de h.

La altura de las luminarias además de depender del tipo de luminarias utilizadas, depende del tipo de iluminación utilizada así como del tipo de local, como vemos en la siguiente tabla:

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Tabla 2.16 – Altura de las luminarias según tipo de iluminación

- Índice del local (k) a partir de la geometría de este.

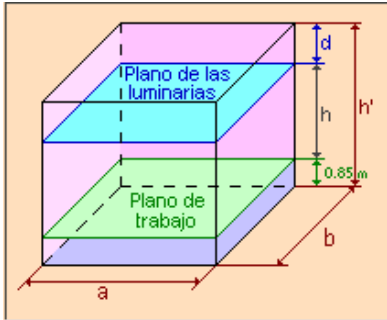
	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Tabla 2.17 – Índice del local (k) según el sistema de iluminación.

- Coeficiente de reflexión de techos paredes y suelos.

Estos valores se encuentran normalmente tabulados en función de los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados.

Los tomaremos de la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
<b>Paredes</b>	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	claro	0.3
	oscuro	0.1

Tabla 2.18 – Factor de corrección.

- Factor de utilización ( $\eta$ , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes.
- Factor de mantenimiento ( $f_m$ ) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla 2.19 – Factor de mantenimiento.



### 5.1.2. Cálculo del número de luminarias.

- Calcularemos el flujo luminoso total necesario aplicando la siguiente formula:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Siendo:

$\Phi_T$	= Flujo luminoso total.
E	= Iluminancia media deseada.
S	= Superficie del plano de trabajo.
$\eta$	= Factor de utilización.
$f_m$	= Factor de mantenimiento.

- Ahora calculamos el numero de luminarias con la siguiente formula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Siendo:

N	= Numero de luminarias.
$\Phi_T$	= Flujo luminoso total.
$\Phi_L$	= Flujo luminoso de una lámpara.
n	= Numero de lámparas por luminaria.

### 5.1.3. Emplazamiento de las luminarias.

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{l \arg o}} \times ancho$$

$$N_{l \arg o} = N_{ancho} \times \left( \frac{l \arg o}{ancho} \right)$$

### 5.1.4. Comprobación de los resultados.

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{tablas}$$

A continuación se mostrará una tabla con todos los cálculos realizados:

Ubicación	Índice del local (k)	S. plano trabajo (s)	Flujo luminoso total (Φt)	P.luminaria (W)	Nº luminarias (N)
Bodega	1,47081174	354,195	174.767,2697	2x58	17
Bodega Emergencias	1,47081174	354,195	1.165,115132	1x11	2
Ibéricos	1,238016224	167,875	87.434,89583	2x58	9
Ibéricos Emergencias	1,238016224	167,875	582,8993056	1x11	1
Estufaje	0,685763889	78,0125	63.597,14674	2x 36	10
Estufaje Emergencia	0,685763889	78,0125	423,9809783	1x 11	2
Pasillo 1y 2	0,654418939	203,896	166.219,5652	2x 58	16
Pasillo Emergencias	0,654418939	203,896	1.108,130435	1x 11	4
Pasillo 3	1,181972789	278	193.055,5556	2x 58	19
Pasillo 3 Emergencias	1,181972789	278	965,2777778	1x 11	3
Pasillo 4	0,986842105	60	35.156,25	2x 58	4
Pasillo 4 Emerg.	0,986842105	60	234,375	1x 11	1
Acondicionado	1,59788036	391,698	193.272,0395	2x 58	19
Acondicionado Emerg.	1,59788036	391,698	1.288,480263	1x 11	3
Loncheado	1,297342193	187,44	195.250	2x 58	19
Loncheado Emerg.	1,297342193	187,44	650,8333333	1x 11	2
Repuestos	0,487543706	11,155	9.093,75	2x 58	1
Repuestos Emerg.	0,487543706	11,155	60,625	1x 6	2
Paso Sanitario	0,526526163	14,49	11.812,5	2x 58	2
Paso Sanitario Emerg.	0,526526163	14,49	78,75	1x 6	2
FILM	0,475643382	10,35	8.437,5	2x 58	1
FILM Emergencias	0,475643382	10,35	56,25	1x 6	2
Filtro	0,359375	5,29	4.312,5	2x 58	1
Filtro Emergencias	0,359375	5,29	28,75	1x 6	1
Puesta en cartón	2,117697595	493	293.452,381	2x 58	29
P. en cartón Emerg.	2,117697595	493	1.467,261905	1x 11	5
Deshuese	1,896141649	430,5	384.375	2x 58	37
Deshuese Emerg.	1,896141649	430,5	1.281,25	1x 11	3
Recepción	2,611089645	810,9	460.738,6364	2x 58	45
Recepción Emerg.	2,611089645	810,9	2.303,693182	1x 11	7
Cámaras	0,904233871	35,88	12.458,33333	1x 58	3
Frío	1,432385434	210,045	103.640,625	2x 58	10
Frío Emergencias	1,432385434	210,045	690,9375	1x 11	2
Fluidos	1,202025586	135,3	70.468,75	2x 58	7
Fluidos Emergencias	1,202025586	135,3	469,7916667	1x 11	2
Centro transformación	0,836424332	67,65	26.425,78125	2x 58	3
C.T. Emergencias	0,836424332	67,65	264,2578125	1x 11	1

Pasillo Vestuarios	0,397203947	19,32	15.750	2x 36	3
P. Vestuarios Emerg.	0,397203947	19,32	105	1x 8	1
Paso Sanitario	0,655214088	18,975	15.468,75	2x 36	3
Paso Sanitario Emerg.	0,655214088	18,975	103,125	1x 8	1
Aseo	0,285714286	6	4.891,304348	2x18	2
Aseo Emergencias	0,285714286	6	32,60869565	1x 8	1
Vestuario H	0,588847468	18,955	15.452,44565	4x18	3
Vestuario H Emerg.	0,588847468	18,955	103,0163043	1x 8	1
Vestuario M	0,583638407	18,1745	14.816,16848	4x18	3
Vestuario M Emerg.	0,583638407	18,1745	98,77445652	1x 8	1
Duchas H	0,579886456	14,3	11.657,6087	2x18	5
Duchas H Emerg.	0,579886456	14,3	77,7173913	1x 8	1
Duchas M	0,500316957	9,471	7.720,923913	2x18	3
Duchas M Emerg.	0,500316957	9,471	51,47282609	1x 8	1
Baño H	0,611401425	15,444	12.590,21739	2x18	5
Baño H Emergencias	0,611401425	15,444	68,94642857	1x 8	1
Baño M	0,528440367	10,368	8.452,173913	2x18	4
Baño M Emergencias	0,528440367	10,368	56,34782609	1x 8	1
Entrecubierta	0,297650131	285	232.336,9565	2x 58	23
Entrecubierta Emerg.	0,297650131	285	1.548,913043	1x 11	5
Pasarela 1	0,540540541	280	228.260,8696	2x 58	20
Pasarela 1 Emerg.	0,540540541	280	1.521,73913	1x 11	5
Pasarela 2	1,109307359	256,25	126.439,1447	2x 58	12
Pasarela 2 Emerg.	1,109307359	256,25	842,9276316	1x11	3

Tabla 2.20 – Resultados de los cálculos de iluminación.

## 6. Cálculo de secciones eléctricas.

Se tendrá en cuenta lo referido al punto 4.2.1. límite máximo de la caída de tensión, descrito en los anexos:

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

### 6.1. Cálculos eléctricos.

Los coeficientes aplicados en los cálculos se extraen en el análisis de las demandas eléctricas de potencia de la instalación, de la experiencia en este tipo de instalaciones así como otras fuentes bibliográficas.

Los parámetros como la longitud de línea, la potencia consumida, entre otras, han sido calculadas, medidas sobre plano y/o consultadas en fichas técnicas facilitadas por el fabricante o consultadas por el mismo.

Con los datos facilitados sobre la potencia a instalar y por medio de los coeficientes de simultaneidad y de seguridad, se puede calcular la potencia total y así poder obtener un dimensionado total de la instalación eléctrica.

Los cálculos se realizarán de forma manual y con la ayuda del Microsoft Excel.

A continuación se mostrara el método paso a paso de una sección y se añadirá una tabla con todas las secciones calculadas.

#### Cálculo de la línea de alimentación desde el CT al CGBT.

El cálculo se realizara desde uno de los transformadores, siendo idéntico para el otro.

#### Datos:

- P cálculo: 1.376,95 kW, para un solo trafo será 1.376,95 / 2 kW.
- Long. Línea: 10 m.
- Material: Cu Unipolar.
- Aislamiento: XLPE.
- Designación: RV-K 0,6 / 1 kV.
- Disposición: En atarjeas o canales revisables.
- Tª ambiente: 40°

#### 1. Sección por densidad de corriente, por intensidad admisible o por calentamiento:

$$I_{\text{calculo}} = \frac{P_{\text{calculo}}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{1.376.950}{2}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 12.42,16A$$

Sabiendo la intensidad de cálculo iremos a la tabla anteriormente mencionada (ITC-BT-07 tabla 12) y con la siguiente condición elegimos la sección del conductor.

Se eligen conductores unipolares de sección: **3(4x185+TTx120) mm<sup>2</sup> de Cu**

$$I_{ad \text{ min}} \geq I_{\text{calculo}} \longrightarrow 1350 \geq 1.242,16(A)$$

Hay que tener en cuenta los factores de corrección según la instalación de los conductores, las condiciones de instalación coinciden con la tabla 12 de la ITC-BT-07.

Debido a que circulan tres circuitos en el mismo canal debemos aplicar un factor de corrección de 0,8, quedando:

$$I'_{admisible} = I_{admisible} \cdot fct = 1.350 \cdot 0,8 = 1.080 \leq 1.242,16(A)$$

Por lo que habría que aumentar la sección.

Se eligen conductores unipolares de sección: **3(4x240+TTx120) mm<sup>2</sup> de Cu**

$$I'_{admisible} = I_{admisible} \cdot fct = 1.605 \cdot 0,8 = 1.284 \geq 1.242,16(A)$$

El factor de carga de los conductores:

$$Fc = \frac{I_{calculado}}{I'_{admisible}_{\min ima}} = \frac{1.242,16}{1.284} = 0,96 \longrightarrow 96\%$$

Lo que supone una densidad de corriente por la línea de:

$$\theta_c = \frac{I_{calculado}}{n \cdot S} = \frac{1.242,6}{3 \cdot 240} = 1,72 A/mm^2 \longrightarrow \theta_{c_{\max}} = \frac{1.284}{3 \cdot 240} = 1,78 A/mm^2$$

La sección la podríamos dar por buena, pero debido a que el factor de carga es elevado al igual que la densidad de corriente es muy cercana a la máxima, además que se podrían realizar ampliaciones futuras en la industria y debido a que aun tendríamos potencia disponible en la industria, añadiremos una nueva línea.

Con estas condiciones tendremos:

$$I_{ad \min} \geq I_{calculado} \longrightarrow 2.140 \geq 1.242,16(A)$$

$$I'_{admisible} = I_{admisible} \cdot fct = 2.140 \cdot 0,8 = 1.712 \leq 1.242,16(A)$$

$$Fc = \frac{I_{calculado}}{I'_{admisible}_{\min ima}} = \frac{1.242,16}{1.712} = 0,72 \longrightarrow 72\%$$

$$\theta_c = \frac{I_{calculado}}{n \cdot S} = \frac{1.242,6}{4 \cdot 240} = 1,29 A/mm^2 \longrightarrow \theta_{c_{\max}} = \frac{1.712}{4 \cdot 240} = 1,78 A/mm^2$$

Lo que serían datos más que aceptables.

Por lo que provisionalmente nos quedaría: **4(4x240+TTx120) mm<sup>2</sup> de Cu**

## 2. Sección por caída de tensión:

Teniendo en cuenta la reglamentación en cuanto al porcentaje de la caída de tensión y que la  $T^{\text{a}}$ max para conductores XPLE es de  $90^{\circ}\text{C}$ , por lo que su conductividad  $K= 44$ , se está en condición de calcular la resistencia de los conductores a la temperatura correspondiente para poder obtener la caída de tensión.

$$\sigma = \sigma_0 + (\sigma_{\text{max}} - \sigma_0) \left( \frac{I}{I_{\text{max}}} \right)^2 = 40 + (90 - 40) \left( \frac{1.242,6}{1.712} \right)^2 = 66,34^{\circ}\text{C}$$

Sabiendo la  $T^{\text{a}}$  de trabajo calculamos la resistividad del conductor para esa temperatura:

$$\rho_{\sigma} = \rho_{20} [1 + \alpha(\sigma - 20)] = 0,018 [1 + 0,00392(66,34 - 20)] = 0,02127 \Omega \text{mm}^2 / \text{m}$$

Y la conductividad del conductor:

$$K_{\sigma} = \frac{1}{\rho_{\sigma}} = \frac{1}{0,02127} = 47,01$$

Obtenemos una caída de tensión teniendo en cuenta la caída por reactancia media  $X = 0,08 \Omega/\text{km}$ :

$$e = \frac{L \cdot P_{\text{calculo}}}{K \cdot n \cdot S \cdot V} + \frac{L \cdot P_{\text{calculo}} \cdot X_u \cdot \tan \varphi}{1.000 \cdot V} = \frac{10 \cdot 688.475}{47,01 \cdot 4 \cdot 240 \cdot 400} + \frac{10 \cdot 688.475 \cdot 0,08 \cdot 0,75}{1.000 \cdot 400} = 1,41\text{V}$$

Lo que expresado en %, sería:

$$e\% = 100 \frac{\Delta U}{U_n} = 100 \cdot \frac{1,41}{400} = 0,3525$$

## 3. Sección por cortocircuito, comprobación térmica:

Hay que conocer el tiempo de actuación cuando hay un cortocircuito dado que la temperatura que soporta el cable depende de la  $I_{cc}$ .

Calcularemos las corrientes de cortocircuito que soportara el conductor para verificar la sección obtenida.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito debemos conocer primero las impedancias de cortocircuito del transformador y las impedancias de las líneas:

Impedancia de cortocircuito del trafo:

$$Z_{cc02} (m\Omega) = \frac{V_{ccL} \% \cdot V_{IN}^2}{100 \cdot S (kVA)} = \frac{5 \cdot 400^2}{100 \cdot 1.000} = 8m\Omega$$

$$R_{cc02}(m\Omega) = \frac{V_{RccL} \% \cdot V_{IN}^2}{100 \cdot S(kVA)} = \frac{1,05 \cdot 400^2}{100 \cdot 1.000} = 1,68m\Omega$$

$$X_{cc02}(m\Omega) = \sqrt{Z_{cc02}^2 - R_{cc02}^2} = \sqrt{8^2 - 1,68^2} = 7,82m\Omega$$

Impedancia del conductor:

$$R_c = \frac{1.000 \cdot C_R \cdot L}{K \cdot S \cdot n} = \frac{1.000 \cdot 1,5 \cdot 10}{56 \cdot 240 \cdot 4} = 0,28m\Omega$$

$$X_c = \frac{X_u \cdot L}{n} = \frac{0,08 \cdot 10}{4} = 0,2m\Omega$$

$$Z_c = \sqrt{R_c^2 + X_c^2} = \sqrt{0,28^2 + 0,2^2} = 0,344m\Omega$$

Una vez calculadas las impedancias calculamos las intensidades permanentes de cortocircuito.

$$I_{pcci} = \frac{C_t \cdot U_F}{Z_t} = \frac{0,8 \cdot 230}{8} = 23kA$$

$$I_{pccf} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_t} = \frac{0,8 \cdot 230}{2 \cdot \sqrt{(1,68 + 0,28)^2 + (7,82 + 0,2)^2}} = 11,14kA$$

Y ahora vemos el tiempo máximo que el conductor soportaría la intensidad permanente de cortocircuito.

$$t_{mcicc} = \frac{Cc \cdot S^2}{I_{pccF}^2} = \frac{20.449 \cdot 240^2}{11.140^2} = 9,5sg$$

El tiempo es lo suficientemente grande como para que la protección elegida garantice que no se produzcan daños sobre el conductor.

A continuación se muestran el cuadro de resultados de las instalaciones de la nave industrial.

**CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION**

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
DERIVACION IND. 1	688.477,20	10	4(4x240+TTx120)Cu	1.242,164052	1.712	0,369965457	0,369965457
DERIVACION IND. 2	688.477,20	10	4(4x240+TTx120)Cu	1.242,164052	1.712	0,369965457	0,369965457
Batería Condensadores	1.376.954,40	5	4(3x300+TTx150)Cu	1.656,273585	2.096	0,35228029	0,722245746
C-FRIO	679.030,00	7	3(4x240+TTx120)Cu	1.225,119229	1.365	0,281217401	0,651182858
C-CALDERAS	50.000,00	20	4x35+TTx16Cu	90,21097956	110	0,425912783	0,795878239
C-AIRE	80.000,00	120	4x70+TTx35Cu	144,3375673	171	2,248353225	2,618318682
C-1: ACONDICIONADO	53.742,60	75	4x35+TTx16Cu	96,9634518	108	1,750355288	2,120320744
C-2: ENTRECUBIERTA	29.908,00	85	4x16+TTx16Cu	53,96059953	77,35	2,183144867	2,553110324
C-3: LONCH Y PELADO	554.472,80	100	3(4x300+TTx150)Cu	1.000,390689	1.440	2,968651674	3,338617131
C-4: RECEPCIÓN	72.532,60	125	4x70+TTx35Cu	130,8647379	168	2,093476268	2,463441724
C-5: EXPEDICIÓN	46.214,40	145	4x35+TTx16Cu	83,38092588	108	2,822035572	3,192001029
C-6: PASARELA	26.865,60	138	4x25+TTx16Cu	48,47144185	98,6	1,913167347	2,283132804
C-7: VESTUARIOS	23.003,00	150	4x25+TTx16Cu	41,50246326	87	1,774585503	2,14455096
B1-A: A. BODEGAS	11.395,80	0,3	4x6Cu	20,56052562	44	0,00726674	0,377232197
A0.1.1: Bodega 1	1.879,20	70	2x4+TTx4Cu	9,07826087	31,5	2,466244564	2,843476761
A0.1.2: Bodega 1	1.879,20	70	2x4+TTx4Cu	9,07826087	31,5	2,466244564	2,843476761
A0.1.3: Bodega 2	1.879,20	90	2x6+TTx6Cu	9,07826087	39,9	2,117598731	2,494830928
A0.1.4: Bodega 2	1.879,20	90	2x6+TTx6Cu	9,07826087	39,9	2,117598731	2,494830928
A0.1.5: Bodega 3	1.879,20	105	2x6+TTx6Cu	9,07826087	39,9	2,470531853	2,84776405
A0.1.6: Bodega 3	1.879,20	105	2x6+TTx6Cu	9,07826087	39,9	2,470531853	2,84776405
E0.1.7:Emergencia	59,40	90	2x1.5+TTx2.5Cu	0,286956522	16,8	0,260948992	0,638181189
E0.1.8:Emergencia	59,40	140	2x1.5+TTx2.5Cu	0,286956522	16,8	0,405920655	0,783152852
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	16,8	2,63571E-05	0,377258554
B2-A: A. BODEGAS	10.915,20	0,3	4x2.5Cu	19,69341768	25	0,017673615	0,387639071
A0.2.1: Ibéricos 1	1.879,20	25	2x1.5+TTx2.5Cu	9,07826087	16,8	2,414085451	2,801724523
A0.2.2: Ibéricos 2	1.879,20	40	2x2.5+TTx2.5Cu	9,07826087	23,1	2,270978423	2,658617495
A0.2.3: Estufaje 1	1.166,40	55	2x2.5+TTx2.5Cu	5,634782609	23,1	1,905923108	2,293562179
A0.2.4: Estufaje 2	1.166,40	60	2x2.5+TTx2.5Cu	5,634782609	23,1	2,079188845	2,466827916
A0.2.5: Estufaje 3	1.166,40	65	2x2.5+TTx2.5Cu	5,634782609	23,1	2,252454582	2,640093653
A0.2.6: Estufaje 4	1.166,40	70	2x2.5+TTx2.5Cu	5,634782609	23,1	2,425720319	2,81335939
A0.2.7: Estufaje 5	1.166,40	75	2x2.5+TTx2.5Cu	5,634782609	23,1	2,598986056	2,986625127
A0.2.8: Estufaje 6	1.166,40	85	2x2.5+TTx2.5Cu	5,634782609	23,1	2,94551753	3,333156602
E0.2.9: Emergencia	158,40	85	2x1.5+TTx2.5Cu	0,765217391	16,8	0,657416637	1,045055708



## Anexo de Cálculos

B3-A: ALUM PASILLO	7.756,20	0,3	4x10Cu	13,99388799	60	0,002921305	0,372886761
A0.3.1: Pasillo 1	1.879,20	130	2x10+TTx10Cu	9,07826087	53,2	1,854530891	2,227417652
A0.3.2: Pasillo 1	1.879,20	130	2x10+TTx10Cu	9,07826087	53,2	1,854530891	2,227417652
A0.3.3: Pasillo 2	1.879,20	90	2x6+TTx6Cu	9,07826087	39,9	2,117598731	2,490485492
A0.3.4: Pasillo 2	1.879,20	90	2x6+TTx6Cu	9,07826087	39,9	2,117598731	2,490485492
A0.3.5: Emergencia	111,60	85	2x1.5+TTx2.5Cu	0,539130435	16,8	0,463092468	0,83597923
E0.3.6: Emergencia	122,40	135	2x1.5+TTx2.5Cu	0,591304348	16,8	0,806707664	1,179594426
RESERVA	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	16,8	2,63571E-05	0,372913119
RESERVA	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	16,8	2,63571E-05	0,372913119
RESERVA	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	16,8	2,63571E-05	0,372913119
B4-A: A. CTO/TEC	3.981,60	0,3	4x1.5Cu	7,183680724	18	0,009909509	0,379874966
A0.4.1: Frío	1.044,00	25	2x1.5+TTx2.5Cu	5,043478261	12,6	1,310816407	1,690691373
A0.4.2: Frío	1.044,00	25	2x1.5+TTx2.5Cu	5,043478261	12,6	1,310816407	1,690691373
A0.4.3: Fluid/Cont	1.252,80	17	2x1.5+TTx2.5Cu	6,052173913	12,6	1,08287124	1,462746206
A0.4.4: CT/Cuadros	417,60	12	2x1.5+TTx2.5Cu	2,017391304	12,6	0,245727101	0,625602067
E0.3.5: Emergencia	145,80	27	2x1.5+TTx2.5Cu	0,704347826	12,6	0,192251736	0,572126702
E0.3.6: Emergencia	72,00	30	2x1.5+TTx2.5Cu	0,347826087	12,6	0,105442898	0,485317864
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	12,6	2,63571E-05	0,379901323
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	12,6	2,63571E-05	0,379901323
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	12,6	2,63571E-05	0,379901323
B1-F: CETACT	50.001,00	0,3	4x25Cu	90,21278378	106	0,008772261	0,378737718
F0.1.1: Frío	10.000,00	20	4x4+TTx4Cu	18,04219591	21	0,690520048	1,069257766
F0.1.2: Aire/CT	10.000,00	35	4x4+TTx4Cu	18,04219591	21	1,208410084	1,587147801
F0.1.3: Fluidos	10.000,00	20	4x4+TTx4Cu	18,04219591	21	0,690520048	1,069257766
F0.1.4: Pasillo 1	10.000,00	65	4x2.5+TTx2.5Cu	18,04219591	20,3	3,604556441	3,983294159
F0.1.5: Pasillo 2	10.000,00	120	4x4+TTx4Cu	18,04219591	26,6	3,960629384	4,339367101
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	20,3	1,45629E-06	0,378739174
B2-F: PUERTAS	33.752,00	0,3	4x16Cu	60,89601964	80	0,008823959	0,378789416
F0.2.1: Ibéricos	3.750,00	55	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	20,3	1,021243515	1,400032931
F0.2.2: Estufaje	5.625,00	65	4x2.5+TTx2.5Cu	10,1487352	20,3	1,854808751	2,233598168
F0.2.3: Estufaje	5.625,00	75	4x2.5+TTx2.5Cu	10,1487352	20,3	2,140163944	2,51895336
F0.2.4: Bodegas	5.625,00	75	4x2.5+TTx2.5Cu	10,1487352	20,3	2,140163944	2,51895336
F0.2.5: Bodegas	5.625,00	110	4x2.5+TTx2.5Cu	10,1487352	20,3	3,138907118	3,517696534
F0.2.6: Bodegas	3.750,00	105	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	20,3	1,94964671	2,328436126
F0.2.7: Bodegas	3.750,00	135	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	20,3	2,506688627	2,885478043
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	20,3	1,82036E-06	0,378791236
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	20,3	1,82036E-06	0,378791236
B3-F: USOS VARIOS	1.453,00	0,3	4x2.5Cu	2,621531066	25	0,002120177	0,372085634
F0.3.2: Matainsectos	225,00	85	2x2.5+TTx2.5Cu	1,086956522	23,1	0,562394805	0,934480438
F0.3.3: Matainsectos	225,00	120	2x2.5+TTx2.5Cu	1,086956522	23,1	0,793969136	1,16605477
F0.3.4: Bascu. Aérea	1.000,00	125	2x2.5+TTx2.5Cu	4,830917874	23,1	3,703254735	4,075340369

## Anexo de Cálculos

Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	23,1	8,81836E-06	0,372094452
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	23,1	8,81836E-06	0,372094452
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	23,1	8,81836E-06	0,372094452
B4-F: EXTRACCIÓN	9.376,00	0,3	4x2.5Cu	16,91636289	25	0,014781023	0,38474648
F0.4.1: Frío	3.125,00	17	4x2.5+TTx2.5Cu	5,638186223	20,3	0,261469792	0,646216272
F0.4.2: Frío	3.125,00	20	4x2.5+TTx2.5Cu	5,638186223	20,3	0,30761152	0,692358
F0.4.3: Fluidos	3.125,00	16	4x2.5+TTx2.5Cu	5,638186223	20,3	0,246089216	0,630835696
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	20,3	1,82036E-06	0,3847483

## SUBCUADRO C-1: ACONDICIONADO

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
B1-A: ALUMBRADO	3.853,80	0,3	4x2.5Cu	6,953101461	25	0,005690486	2,12601123
A1.1.1: Acondicionado	1.879,20	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9,07826087	20	2,005066013	4,131077243
A1.1.2: Acondicionado	1.879,20	35	2x2.5+TTx2.5Cu	9,07826087	20	2,005066013	4,131077243
E1.1.3: Emergencia	90,00	50	2x1.5+TTx2.5Cu	0,434782609	14,4	0,219678642	2,345689872
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	2,126037587
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	2,126037587
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	2,126037587
B2-A: ALUMBRADO	7.606,80	0,3	4x4Cu	13,72433759	34	0,007161123	2,127481868
A1.2.1: Bodega 4	1.879,20	45	2x4+TTx4Cu	9,07826087	27,2	1,593370153	3,72085202
A1.2.2: Bodega 4	1.879,20	45	2x4+TTx4Cu	9,07826087	27,2	1,593370153	3,72085202
A1.2.3: Bodega 5	1.879,20	55	2x4+TTx4Cu	9,07826087	27,2	1,947452409	4,074934277
A1.2.4: Bodega 5	1.879,20	55	2x4+TTx4Cu	9,07826087	27,2	1,947452409	4,074934277
E1.2.5: Emergencia	45,00	47	2x1.5+TTx2.5Cu	0,217391304	14,4	0,103236205	2,230718072
E1.2.6: Emergencia	45,00	57	2x1.5+TTx2.5Cu	0,217391304	14,4	0,125201355	2,252683222
B1-F: Maquinaria	11.376,00	0,3	4x2.5Cu	20,52480207	25	0,018579489	2,138900233
F1.1.1: Cintas	2.500,00	30	4x2.5+TTx2.5Cu	4,510548978	16,5	0,368975539	2,507875772
F1.1.2: Cintas	1.250,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,255274489	16,5	0,152207273	2,291107506
F1.1.3: Descensor	4.375,00	15	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	16,5	0,331703983	2,470604216
F1.1.4: Transportador	1.250,00	20	4x2.5+TTx2.5Cu	2,255274489	16,5	0,121765819	2,260666052
F1.1.5: Puertas	3.750,00	105	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	22	1,943960514	4,082860747
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	2,138902053
B2-F: Maquinaria	10.753,00	0,3	4x2.5Cu	19,40077326	25	0,017359315	2,13768006
F1.2.1: Aplic. Manteca	4.375,00	10	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	17,6	0,220075088	2,357755148
F1.2.2: Seca. Manteca	4.375,00	15	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	17,6	0,330112632	2,467792691
F1.2.3: Clasificadora	2.500,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	4,510548978	17,6	0,306984735	2,444664795
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	2,13768188
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	2,13768188

## Anexo de Cálculos

Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	2,13768188
B3-F:	20.153,00	0,3	4x6Cu	36,36043742	44	0,01387488	2,134195625
CETACT/VARIOS							
F1.3.1: Cetact	10.000,00	25	4x4+TTx4Cu	18,04219591	24	0,839497423	2,973693048
F1.3.2: Cetact	10.000,00	30	4x4+TTx4Cu	18,04219591	24	1,007396908	3,141592532
F1.3.2: Matainsectos	150,00	40	2x2.5+TTx2.5Cu	0,815217391	20	0,17623856	2,310434184
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	2,134197081
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	2,134197081
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	2,134197081

## SUBCUADRO C-2: ENTRECUBIERTA

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
B1-A	4.905,00	0,3	4x4Cu	8,849697095	34	0,004541017	2,557651341
A2.1.1: Entrecubierta 1	1.044,00	58	2x2.5+TTx2.5Cu	5,043478261	24,75	1,793207343	4,350858685
A2.1.2: Entrecubierta 2	1.044,00	58	2x2.5+TTx2.5Cu	5,043478261	24,75	1,793207343	4,009924083
A2.1.3: Entrecubierta 3	1.044,00	75	2x4+TTx4Cu	5,043478261	33,75	1,452272742	4,009924083
A2.1.4: Entrecubierta 4	1.044,00	90	2x4+TTx4Cu	5,043478261	36	1,741886747	4,299538088
A2.1.5: Entrecubierta 5	626,40	110	2x4+TTx4Cu	3,026086957	36	1,274520346	3,832171687
E2.1.6: Emergencia	59,40	40	2x1.5+TTx2.5Cu	0,286956522	18	0,115976542	2,673627883
E2.1.7: Emergencia	39,60	70	2x1.5+TTx2.5Cu	0,191304348	19,2	0,135302178	2,692953519
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	24	2,63571E-05	2,557677698
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	24	2,63571E-05	2,557677698
B1-F: CETACT	25.003,00	0,3	4x10Cu	45,11090244	60	0,010255422	2,563365746
F2.1.1: Cetact	10.000,00	50	4x2.5+TTx2.5Cu	18,04219591	23,2	2,691737396	5,255103142
F2.1.2: Cetact	10.000,00	80	4x4+TTx4Cu	18,04219591	30,4	2,593245355	5,156611101
F2.1.2: Cetact	5.000,00	80	4x2.5+TTx2.5Cu	9,021097956	23,2	1,994633193	4,557998939
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	29	1,45629E-06	2,563367202
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	33	8,81836E-06	2,563374564
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	33	8,81836E-06	2,563374564

## SUBCUADRO C-3: LONCHEADO Y PELADO

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
B1-A: ALUMBRADO	11.685,60	0,3	4x10Cu	21,08338846	60	0,004454252	3,343071383
A3.1.1: Deshuese	2.505,60	48	2x10+TTx10Cu	12,10434783	48	0,918485948	4,261557331
A3.1.2: Deshuese	2.505,60	45	2x10+TTx10Cu	12,10434783	48	0,861080576	4,204151959
A3.1.3: Deshuese	2.505,60	42	2x10+TTx10Cu	12,10434783	48	0,803675205	4,146746587
A3.1.4: Pasillo 3	2.088,00	40	2x6+TTx6Cu	10,08695652	37,4	1,049590897	4,39266228

Anexo de Cálculos

A3.1.5: Pasillo 3	1.879,20	40	2x6+TTx6Cu	9,07826087	37,4	0,942340651	4,285412034
E3.1.6: Emergencia	201,60	67	2x1.5+TTx2.5Cu	0,973913043	18	0,659627612	4,002698995
B2-A: ALUMBRADO	7.695,00	0,3	4x6Cu	13,88346975	44	0,004806876	3,343424006
A3.2.1: Loncheado	1.252,80	25	2x2.5+TTx2.5Cu	6,052173913	18,75	0,937909217	4,281333224
A3.2.2: Loncheado	1.252,80	32	2x4+TTx4Cu	6,052173913	25,5	0,748072659	4,091496665
A3.2.3: Loncheado	1.252,80	39	2x4+TTx4Cu	6,052173913	25,5	0,911713553	4,255137559
A3.2.4: Loncheado	1.252,80	46	2x4+TTx4Cu	6,052173913	25,5	1,075354447	4,418778454
A3.2.5: Loncheado	1.252,80	50	2x6+TTx6Cu	6,052173913	33	0,781790867	4,125214873
A3.2.6: Loncheado	1.252,80	55	2x6+TTx6Cu	6,052173913	33	0,859969953	4,20339396
E3.2.7: Emergencia	93,60	60	2x1.5+TTx2.5Cu	0,452173913	13,5	0,274169361	3,617593367
E3.2.8: Emergencia	82,80	67	2x1.5+TTx2.5Cu	0,4	13,5	0,270818179	3,614242186
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,343450364
B3-A: ALUMBRADO	4.525,20	0,3	4x4Cu	8,164454494	34	0,004181913	3,342799044
A3.3.1: Cuartos	1.044,00	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5,043478261	20	0,775982652	4,118781696
A3.3.2: Cámaras	835,20	25	2x1.5+TTx2.5Cu	4,034782609	14,4	1,03360193	4,376400974
A3.3.3: Pas 4/Cula	1.094,40	38	2x4+TTx4Cu	5,286956522	27,2	0,773465963	4,116265007
E3.3.4: Emergencia	75,60	28	2x1.5+TTx2.5Cu	0,365217391	14,4	0,103331821	3,446130865
E3.3.5: Emergencia HC	1.440,00	15	2x1.5+TTx2.5Cu	6,956521739	14,4	1,098753467	4,441552511
E3.3.6: Emergencia	30,60	32	2x1.5+TTx2.5Cu	0,147826087	14,4	0,047795108	3,390594152
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,342825401
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,342825401
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,342825401
CAMARAS	95.000,00	0,3	4x120Cu	171,4008612	284	0,004187717	3,342804848
Cámara N° 1	23.750,00	10	4x16+TTx16Cu	42,85021529	59,5	0,204995975	3,547800823
Cámara N° 2	23.750,00	15	4x16+TTx16Cu	42,85021529	59,5	0,307493963	3,65029881
Cámara N° 3	23.750,00	20	4x16+TTx16Cu	42,85021529	59,5	0,40999195	3,752796798
Cámara N° 4	23.750,00	25	4x16+TTx16Cu	42,85021529	59,5	0,512489938	3,855294785
B1-F: OTROS	187.502,00	0,3	4x240Cu	338,2947818	455	0,446195456	3,784812586
F3.0.1: Lava Perchas	37.500,00	42	4x25+TTx16Cu	67,65823467	88	0,902713786	4,687526372
F3.0.2: Termoform.	31.250,00	54	4x25+TTx16Cu	56,38186223	74,8	0,963804052	4,748616638
F3.0.3: Termoform.	31.250,00	64	4x25+TTx16Cu	56,38186223	74,8	1,142286283	4,927098869
F3.0.4: Termose.	31.250,00	25	4x25+TTx16Cu	56,38186223	74,8	0,446205579	4,231018166
F3.0.5: Termose.	31.250,00	30	4x25+TTx16Cu	56,38186223	74,8	0,535446695	4,320259281
F3.0.6: Termose.	31.250,00	35	4x25+TTx16Cu	56,38186223	74,8	0,624687811	4,409500397
F3.0.7: Termose.	31.250,00	40	4x25+TTx16Cu	56,38186223	74,8	0,713928927	4,498741513
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,784814406
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,784814406
MAQUINA VACÍO	25.000,00	0,3	4x10Cu	45,10548978	60	0,010253969	3,3488711
Maquina de vacío	12.500,00	53	4x4+TTx4Cu	22,55274489	25,5	2,303310324	5,652181424
Maquina de vacío	12.500,00	63	4x4+TTx4Cu	22,55274489	25,5	2,737897178	6,086768277

Anexo de Cálculos

B2-F: DESCENSORES	13.126,00	0,3	4x2.5Cu	23,68218635	25	0,022207105	3,360824236
F3.1.1: Descensor	4.375,00	40	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	17,6	0,880300351	4,241124587
F3.1.2: Descensor	4.375,00	35	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	17,6	0,770262807	4,131087043
F3.1.3: Descensor	4.375,00	35	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	17,6	0,770262807	4,131087043
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,360826056
B3-F: DESHUESADO 1	13.001,00	0,3	4x2.5Cu	23,45665891	25	0,021937575	3,360554705
F3.2.1: Desgubiado	3.750,00	39	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	16,5	0,73145607	4,092010775
F3.2.2: S. Codillo	2.500,00	47	4x2.5+TTx2.5Cu	4,510548978	16,5	0,578061678	3,938616383
F3.2.3: M. Circular	1.875,00	53	4x2.5+TTx2.5Cu	3,382911734	16,5	0,486049738	3,846604443
F3.2.4: Cintas	3.750,00	55	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	16,5	1,031540611	4,392095317
F3.2.5: Cintas	3.750,00	55	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	16,5	1,031540611	4,392095317
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,360556526
B4-F: DESHUESADO 2	13.001,00	0,3	4x2.5Cu	23,45665891	25	0,021937575	3,360554705
F3.3.1: Desgubiado	3.750,00	49	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	16,5	0,919008908	4,279563614
F3.3.2: S. Codillo	2.500,00	57	4x2.5+TTx2.5Cu	4,510548978	16,5	0,701053524	4,061608229
F3.3.3: M. Circular	1.875,00	63	4x2.5+TTx2.5Cu	3,382911734	16,5	0,577757235	3,938311941
F3.3.4: Cintas	3.750,00	65	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	16,5	1,21909345	4,579648155
F3.3.5: Cintas	3.750,00	65	4x2.5+TTx2.5Cu	6,765823467	16,5	1,21909345	4,579648155
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,360556526
B5-F: LONCHEADORAS	40.002,00	0,3	4x16Cu	72,17239209	80	0,010842605	3,349459736
F3.4.1: Loncheador	10.000,00	10	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,332269898	3,681729634
F3.4.2: Loncheador	10.000,00	15	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,498404846	3,847864582
F3.4.3: Loncheador	10.000,00	20	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,664539795	4,013999531
F3.4.4: Loncheador	10.000,00	25	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,830674744	4,18013448
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,349461556
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,349461556
B6-F: PRENSA	40.002,00	0,3	4x16Cu	72,17239209	80	0,010842605	3,349459736
F3.5.1: Prensa	10.000,00	15	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,498404846	3,847864582
F3.5.2: Prensa	10.000,00	20	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,664539795	4,013999531
F3.5.3: Prensa	10.000,00	25	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,830674744	4,18013448
F3.5.4: Prensa	10.000,00	30	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,996809693	4,346269429
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,349461556
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,349461556
B7-F: CINTA PESAJE	6.002,00	0,3	4x2.5Cu	10,82892599	25	0,009036235	3,347653365
F3.6.1: C. Pesaje	1.500,00	30	4x2.5+TTx2.5Cu	2,706329387	18,7	0,219267562	3,566920928
F3.6.2: C. Pesaje	1.500,00	35	4x2.5+TTx2.5Cu	2,706329387	18,7	0,255812156	3,603465521
F3.6.3: C. Pesaje	1.500,00	40	4x2.5+TTx2.5Cu	2,706329387	18,7	0,29235675	3,640010115
F3.6.4: C. Pesaje	1.500,00	45	4x2.5+TTx2.5Cu	2,706329387	18,7	0,328901343	3,676554709
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,347655186

Anexo de Cálculos

Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	3,347655186
B8-F: CETACT	80.001,00	0,3	4x70Cu	144,3393715	202	0,005469537	3,344086667
F3.7.1: Deshuese	10.000,00	55	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	1,870314296	5,214400963
F3.7.2: Deshuese	10.000,00	30	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	1,020171434	4,364258101
F3.7.3: Pasillo 3	10.000,00	25	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	0,850142862	4,194229529
F3.7.4: Loncheado	10.000,00	25	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	0,850142862	4,194229529
F3.7.5: Loncheado	10.000,00	45	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	1,530257151	4,874343818
F3.7.6: Loncheado	10.000,00	25	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	0,850142862	4,194229529
F3.7.7: Loncheado	10.000,00	35	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	1,190200006	4,534286674
F3.7.8: Pasillo 4/Cul	10.000,00	40	4x4+TTx4Cu	18,04219591	22,5	1,360228579	4,704315246
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	3,344088124
B9-F: VARIOS	3.929,00	0,3	4x2.5Cu	7,088778774	25	0,005804669	3,3444218
F3.8.1: T.C. Uti/Rep	1.600,00	30	2x2.5+TTx2.5Cu	7,729468599	21,25	1,44455253	4,78897433
F3.8.2: T.C. Va/Film	1.200,00	20	2x2.5+TTx2.5Cu	5,797101449	21,25	0,714923121	4,059344921
F3.8.3: Lavabotas	600,00	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2,898550725	25	0,265191268	3,609613068
F3.8.4: Matainsectos	300,00	55	2x2.5+TTx2.5Cu	1,449275362	21,25	0,48541622	3,82983802
F3.8.5: Matainsectos	225,00	35	2x2.5+TTx2.5Cu	1,086956522	21,25	0,2315911	3,5760129
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	3,344430618
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	3,344430618
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	3,344430618
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	3,344430618
B10-F: RESISTENCIAS	14.001,00	0,3	4x4Cu	25,2608785	34	0,01407438	3,352691511
F3.9.1: Válvulas	2.000,00	25	2x2.5+TTx2.5Cu	10,86956522	25	1,51824337	4,870934881
F3.9.2: Resistencia	3.000,00	15	2x4+TTx4Cu	16,30434783	25,5	0,890812612	4,243504123
F3.9.3: Resistencia	3.000,00	22	2x4+TTx4Cu	16,30434783	25,5	1,306525165	4,659216675
F3.9.4: Resistencia	3.000,00	27	2x4+TTx4Cu	16,30434783	25,5	1,603462702	4,956154213
F3.9.5: Resistencia	3.000,00	33	2x4+TTx4Cu	16,30434783	25,5	1,959787747	5,312479258
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,005434783	25	8,80929E-06	3,35270032

SUBCUADRO C-4: RECEPCION

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
B1-A: ALUMBRADO	4.971,60	0,3	4x2.5Cu	8,96985812	25	0,007408073	2,470849797
A4.1.1: Recepción	1.044,00	25	2x1.5+TTx2.5Cu	5,043478261	14,4	1,30217027	3,773020067
A4.1.2: Recepción	1.044,00	50	2x2.5+TTx2.5Cu	5,043478261	20	1,551965304	4,022815102
A4.1.3: Recepción	1.044,00	38	2x1.5+TTx2.5Cu	5,043478261	14,4	1,97929881	4,450148607
A4.1.4: Recepción	1.044,00	38	2x1.5+TTx2.5Cu	5,043478261	14,4	1,97929881	4,450148607
A4.1.5: Control	676,80	25	2x1.5+TTx2.5Cu	3,269565217	14,4	0,833550582	3,304400379
E4.1.6: Emergencia	113,40	45	2x1.5+TTx2.5Cu	0,547826087	14,4	0,249139694	2,719989491
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	2,470876154

Anexo de Cálculos

Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	2,470876154
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	2,470876154
B2-A: ALUMBRADO	6.377,40	0,3	4x2.5Cu	11,50623002	25	0,009641933	2,473083657
A4.2.1: Clasificación	1.670,40	35	2x2.5+TTx2.5Cu	8,069565217	20	1,768899545	4,241983202
A4.2.2: Clasificación	1.670,40	35	2x2.5+TTx2.5Cu	8,069565217	20	1,768899545	4,241983202
A4.2.3: Clasificación	1.461,60	35	2x2.5+TTx2.5Cu	7,060869565	21,25	1,533602266	4,006685923
A4.2.4: Clasificación	1.461,60	43	2x2.5+TTx2.5Cu	7,060869565	21,25	1,884139926	4,357223584
E4.2.5: Emergencia	111,60	45	2x1.5+TTx2.5Cu	0,539130435	14,4	0,245183076	2,718266734
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	2,473110015
B1-F: MAQUINARIA	13.126,00	0,3	4x2.5Cu	23,68218635	25	0,022207105	2,48564883
F4.1.1: Cintas	2.500,00	27	4x2.5+TTx2.5Cu	4,510548978	16,5	0,332077985	2,817726815
F4.1.2: Cintas	1.250,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,255274489	16,5	0,152207273	2,637856103
F4.1.3: Descensor	4.375,00	10	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	16,5	0,221135989	2,706784818
F4.1.4: Transportador	1.250,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,255274489	16,5	0,152207273	2,637856103
F4.1.5: Sin Fin	5.625,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	10,1487352	16,5	0,729184664	3,214833493
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	2,48565065
B2-F: MAQUINARIA	10.752,60	0,3	4x2.5Cu	19,40005158	25	0,017358543	2,480800268
F4.2.1: Aplic. Manteca	4.375,00	10	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	16,5	0,221135989	2,701936256
F4.2.2: Sec. Manteca	4.375,00	15	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	16,5	0,331703983	2,812504251
F4.2.3: Clasificador	2.500,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	4,510548978	16,5	0,307479616	2,788279883
F4.3.5: Muelle	3.125,00	23	4x2.5+TTx2.5Cu	5,638186223	16,5	0,35624518	2,837045448
F4.3.6: Pta. Seccional	1.875,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	3,382911734	16,5	0,229268744	2,710069012
Reserva	1,25	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,002255274	22	1,82036E-06	2,480802088
B3-F: CETACT	35.002,00	0,3	4x16Cu	63,15129413	80	0,009213508	2,472655233
F4.3.1:Cetact	10.000,00	49	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	1,628122498	4,100777731
F4.3.2:Cetact	10.000,00	15	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,498404846	2,971060079
F4.3.3:Cetact	10.000,00	25	4x4+TTx4Cu	18,04219591	25,5	0,830674744	3,303329977
F4.3.4:Cetact	5.000,00	25	4x2.5+TTx2.5Cu	9,021097956	18,7	0,632239574	3,104894807
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	2,472656689
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	2,472656689
B4-F: VARIOS	2.303,00	0,3	4x2.5Cu	4,155117719	25	0,003370526	2,46681225
F4.4.1: B.O.	1.500,00	31	2x2.5+TTx2.5Cu	7,246376812	25	1,38752475	3,854337
F4.4.3: Bascula	500,00	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2,415458937	25	0,368049447	2,834861697
F4.4.4: Matainsectos	300,00	62	2x2.5+TTx2.5Cu	1,449275362	25	0,547069391	3,013881641
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	2,466821068
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	2,466821068
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	2,466821068

**SUBCUADRO C-5:EXPEDICION**

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
B1-A: ALUMBRADO	6.683,40	0,3	4x6Cu	12,05832122	44	0,004157077	3,196158106
A5.1.1: Cart/Exp/Contr	1.929,60	44	2x6+TTx6Cu	9,32173913	35,2	1,06647475	4,262632856
A5.1.2: Carton	1.461,60	44	2x4+TTx4Cu	7,060869565	27,2	1,202385575	4,398543681
A5.1.3: Carton	1.461,60	44	2x4+TTx4Cu	7,060869565	28,9	1,200748538	4,396906644
A5.1.4: Carton	1.670,40	44	2x6+TTx6Cu	8,069565217	37,4	0,91939532	4,115553426
E5.1.5: Emergencia	153,00	30	2x1.5+TTx2.5Cu	0,739130435	14,4	0,224141981	3,420300087
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,196184463
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,196184463
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,196184463
Reserva	1,80	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	18	2,63571E-05	3,196184463
B1-F: MAQUINARIA	12.375,00	0,3	4x2.5Cu	22,32721744	25	0,020612514	3,212613543
F5.1.1: Cinta	1.250,00	34	4x2.5+TTx2.5Cu	2,255274489	16,5	0,207001892	3,419615434
F5.1.2: Descensor	4.375,00	40	4x2.5+TTx2.5Cu	7,893460712	16,5	0,884543955	4,097157498
F5.1.3: Mesa Circular	1.875,00	28	4x2.5+TTx2.5Cu	3,382911734	16,5	0,256780993	3,469394536
F5.1.4: Paletizadora	1.875,00	17	4x2.5+TTx2.5Cu	3,382911734	16,5	0,155902746	3,368516289
F5.1.5: Muelle	3.125,00	8	4x2.5+TTx2.5Cu	5,638186223	22	0,122793894	3,335407437
F5.1.6: Pta. Seccional	1.875,00	10	4x2.5+TTx2.5Cu	3,382911734	22	0,09140578	3,304019323
B2-F: CETACT/VARIOS	25.003,00	0,3	4x10Cu	45,11090244	60	0,010255422	3,202256451
F5.2.3: Cetact	10.000,00	20	4x4+TTx4Cu	18,04219591	24	0,671597938	3,87385439
F5.2.4: Cetact	10.000,00	55	4x4+TTx4Cu	18,04219591	24	1,846894331	5,049150782
F5.2.5: Cetact	5.000,00	65	4x2.5+TTx2.5Cu	9,021097956	17,6	1,652353913	4,854610364
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	3,202257907
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	3,202257907
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	22	1,45629E-06	3,202257907
B3-F: VARIOS	2.153,00	0,3	4x2.5Cu	3,88448478	25	0,003149028	3,195150057
F5.3.1: B.O.	1.500,00	5	2x2.5+TTx2.5Cu	7,246376812	25	0,223794314	3,418944371
F5.3.3: Bascula	500,00	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2,415458937	25	0,220829668	3,415979725
F5.3.4: Matainsectos	150,00	37	2x2.5+TTx2.5Cu	0,724637681	25	0,163164405	3,358314462
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	3,195158875
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	3,195158875
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	3,195158875



**SUBCUADRO C-6: PASARE/AIRE**

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
B1-A	6.841,80	0,3	4x6Cu	12,3441096	44	0,004258297	2,287391101
A6.1.1: Pasarela 1	2.088,00	71	2x6+TTx6Cu	10,08695652	42,75	1,857443741	4,144834842
A6.1.2: Pasarela 1	2.088,00	71	2x6+TTx6Cu	10,08695652	42,75	1,857443741	4,144834842
A6.1.3: Pasarela 2	1.252,80	72	2x4+TTx4Cu	6,052173913	33,75	1,675950186	3,963341287
A6.1.4: Pasarela 2	1.252,80	55	2x2.5+TTx2.5Cu	6,052173913	24,75	2,047209894	4,334600996
E6.1.5: Emergencia	59,40	67	2x1.5+TTx2.5Cu	0,286956522	18	0,194260707	2,481651809
E6.1.6: Emergencia	39,60	67	2x1.5+TTx2.5Cu	0,191304348	18	0,129503834	2,416894935
E6.1.7: Emergencia	39,60	95	2x1.5+TTx2.5Cu	0,191304348	18	0,183624839	2,47101594
E6.1.8: Emergencia	19,80	55	2x1.5+TTx2.5Cu	0,095652174	18	0,053153745	2,340544846
Reserva	1,80	49	2x1.5+TTx2.5Cu	0,008695652	24	0,004304992	2,291696093
B1-F	20.004,00	0,3	4x6Cu	36,0916087	44	0,013750285	2,296883089
F6.1.1: Cetact	10.000,00	85	4x4+TTx4Cu	18,04219591	32,3	2,736626931	5,03351002
F6.1.2: Cetact	10.000,00	35	4x2.5+TTx2.5Cu	18,04219591	24,65	1,863066925	4,159950014
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	29	1,45629E-06	2,296884546
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	29	1,45629E-06	2,296884546
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	29	1,45629E-06	2,296884546
Reserva	1,00	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	0,00180422	29	1,45629E-06	2,296884546

**SUBCUADRO C-7: VESTUARIOS**

	P. Calculo (W)	L. Línea (m)	Sección Cable (mm <sup>2</sup> )	I calculo (A)	I adm (A)	ΔV parcial %	ΔV Total %
B1-A	3.402,00	0,3	4x1.5Cu	6,137955049	18	0,008402991	2,152953951
A7.1.1: Ase, baño, duch	745,20	25	2x1.5+TTx2.5Cu	3,6	14,4	0,919591491	3,072545442
A7.1.2: Ase, baño, duch	1.231,20	25	2x1.5+TTx2.5Cu	5,947826087	14,4	1,548678928	3,701632879
A7.1.3: Vestuarios	777,60	20	2x1.5+TTx2.5Cu	3,756521739	14,4	0,768420816	2,921374767
A7.1.4: Pasillos	518,40	19	2x1.5+TTx2.5Cu	2,504347826	14,4	0,483381451	2,636335402
E7.1.5: Emergencia	72,00	35	2x1.5+TTx2.5Cu	0,347826087	14,4	0,123012743	2,275966694
E7.1.6: Emergencia	57,60	35	2x1.5+TTx2.5Cu	0,27826087	14,4	0,098406459	2,25136041
B1-F	19.601,00	0,3	4x6Cu	35,36450821	44	0,013415739	2,157966698
F7.1.1: TC	3.200,00	35	2x2.5+TTx2.5Cu	15,4589372	21,25	3,605923175	5,763889873
F7.1.2: TC	3.200,00	35	2x2.5+TTx2.5Cu	15,4589372	21,25	3,605923175	5,763889873
F7.1.3: Secamanos	6.000,00	20	2x6+TTx6Cu	28,98550725	37,4	1,647743209	3,805709907
F7.1.4: Secamanos	6.000,00	25	2x6+TTx6Cu	28,98550725	37,4	2,059679011	4,217645709
F7.1.5: Paso Sanitario	1.200,00	5	2x2.5+TTx2.5Cu	5,797101449	25	0,178074906	2,336041604
Reserva	1,00	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	0,004830918	25	8,81836E-06	2,157975517

**Tabla 2.21** – Resultados de los calculos eléctricos.

## 7. Cálculo de las canalizaciones eléctricas.

Una vez calculadas las secciones de todos los conductores, procedemos al cálculo de las dimensiones de las canalizaciones electricas por las que circularán dichos conductores.

Para ello debemos calcular la sección útil de la bandeja, teniendo en cuenta la sección de todos los conductores que circularán por la misma.

Utilizamos la siguiente expresión:

$$S_{util} = \frac{K(100 + e)}{100} \cdot \sum n$$

siendo:

- $S_{util}$  = Sección útil de la canalización.
- $K$  = Coeficiente de apilamiento de los cables que para cables mayores a  $2.5 \text{ mm}^2$  es de 1,4 y para cables menores  $2.5 \text{ mm}^2$  se deberá considerar 1,2.
- $e$  = Reserva de espacio en % para futuras ampliaciones.
- $\sum n$  = Sumatoria de las secciones de los cables a instalar en la bandeja.

Con esta expresión y con las secciones exteriores de los conductores obtenidas del catalogo del fabricante obtendremos la sección mínima que deba tener la canalización a instalar.

A continuación mostramos una tabla con todos los cálculos realizados para la obtención del dimensionamiento de las canalizaciones.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION	seccion del conductor mm <sup>2</sup>	Seccion util	Canalización
Bateria Condensadores	9.503,04	17.295,52	Canaleta 100x200
C-FRIO	7.560,49	13.760,08	Bandeja de Rejilla 300x60 (1)
C-CALDERAS	539,13	981,21	Bandeja de Rejilla 100x35 (2)
C-AIRE	1.244,10	2.264,27	Bandeja de Rejilla 100x35 (3)
C-1: ACONDICIONADO	735,42	22.644,09	Bandeja de Rejilla 400x60
C-3: LONCH Y PELADO	9.150,05		
C-4: RECEPCIÓN	1.006,60		
C-5: EXPEDICIÓN	814,33		
C-7: VESTUARIOS	735,42		
C-2: ENTRECUBIERTA	539,13	2.319,67	Bandeja de Rejilla 100x35
C-6: PASARELA	735,42		

## B1-A: A. BODEGAS

A0.1.1: Bodega 1	96,77	3.107,47	Bandeja de Rejilla 100x35 (4)
A0.1.2: Bodega 1	96,77		
A0.1.3: Bodega 2	96,77		
A0.1.4: Bodega 2	96,77		
A0.1.5: Bodega 3	118,82		
A0.1.6: Bodega 3	118,82		
E0.1.7:Emergencia	66,48		
E0.1.8:Emergencia	66,48		

Reserva

## B2-A: A. BODEGAS

A0.2.1: Ibericos 1	66,48	2.869,28	Bandeja de Rejilla 100x35 (5)
A0.2.2: Ibericos 2	80,12		
A0.2.3: Estufaje 1	66,48		
A0.2.4: Estufaje 2	80,12		
A0.2.5: Estufaje 3	80,12		
A0.2.6: Estufaje 4	80,12		
A0.2.7: Estufaje 5	80,12		
A0.2.8: Estufaje 6	80,12		
E0.2.9: Emergencia	66,48		

## B3-A: ALUM PASILLO

A0.3.1: Pasillo 1	118,82	Bandeja de Rejilla 100x35 (4)
A0.3.2: Pasillo 1	118,82	
A0.3.3: Pasillo 2	96,77	Bandeja de Rejilla 100x35 (5)
A0.3.4: Pasillo 2	96,77	
A0.3.5: Emergencia	66,48	Bandeja de Rejilla 100x35 (4)
E0.3.6: Emergencia	66,48	Bandeja de Rejilla 100x35 (5)

RESERVA

RESERVA

RESERVA

## B4-A: A. CTO/TEC

A0.4.1: Frío	66,48	Bandeja de Rejilla 300x60 (1)
A0.4.2: Frío	66,48	
A0.4.3: Fluid/Cont	66,48	Bandeja de Rejilla 100x35 (2)
A0.4.4: CT/Cuadros	66,48	120,99 Canaleta 25x25
E0.3.5: Emergencia	66,48	120,99 Canaleta 25x25
E0.3.6: Emergencia	66,48	Bandeja de Rejilla 100x35 (2)

Reserva

Reserva

Reserva

## Anexo de Cálculos

## B1-F: CETACT

F0.1.1: Frío	136,85	Bandeja de Rejilla 300x60 (1)
F0.1.2: Aire/CT	136,85	Bandeja de Rejilla 100x35 (3)
F0.1.3: Fluidos	136,85	Bandeja de Rejilla 100x35 (2)
F0.1.4: Pasillo 1	113,10	Bandeja de Rejilla 100x35 (4)
F0.1.5: Pasillo 2	136,85	Bandeja de Rejilla 100x35 (5)

Reserva

## B2-F: PUERTAS

F0.2.1: Ibéricos	113,10	Bandeja de Rejilla 100x35 (5)
F0.2.2: Estufaje	113,10	
F0.2.3: Estufaje	113,10	
F0.2.4: Bodegas	113,10	Bandeja de Rejilla 100x35 (4)
F0.2.5: Bodegas	113,10	
F0.2.6: Bodegas	113,10	
F0.2.7: Bodegas	113,10	

Reserva

Reserva

## B3-F: USOS VARIOS

F0.3.2: Matainsectos	80,12	Bandeja de Rejilla 100x35 (4)
F0.3.3: Matainsectos	80,12	Bandeja de Rejilla 100x35 (5)
F0.3.4: Bascu. Aérea	80,12	

Reserva

Reserva

Reserva

## B4-F: EXTRACCIÓN

F0.4.1: Frío	113,10	Bandeja de Rejilla 300x60 (1)
F0.4.2: Frío	113,10	
F0.4.3: Fluidos	113,10	Bandeja de Rejilla 100x35 (2)

Reserva

## SUBCUADRO C-1: ACONDICIONADO

## B1-A: ALUMBRADO

A1.1.1: Acondicionado	66,48	362,96	Canaleta 25x25
A1.1.2: Acondicionado	66,48		
E1.1.3: Emergencia	66,48		

Reserva

Reserva

Reserva

Anexo de Cálculos

B2-A: ALUMBRADO

A1.2.1: Bodega 4	80,12	437,45	Canaleta 25x25
A1.2.2: Bodega 4	80,12		
A1.2.3: Bodega 5	80,12		
A1.2.4: Bodega 5	80,12	387,79	Canaleta 25x25
E1.2.5: Emergencia	66,48		
E1.2.6: Emergencia	66,48		

B1-F: Maquinaria

F1.1.1: Cintas	113,10	823,35	Canaleta 40x40
F1.1.2: Cintas	113,10		
F1.1.3: Descensor	113,10		
F1.1.4: Transportador	113,10		
F1.1.5: Puertas	113,10	205,84	Canaleta 25x25

Reserva

B2-F: Maquinaria

F1.2.1: Aplic. Manteca	113,10	617,51	Canaleta 40x40
F1.2.2: Seca. Manteca	113,10		
F1.2.3: Clasificadora	113,10		

Reserva

Reserva

Reserva

B3-F: CETACT/VARIOS

F1.3.1: Cetact	136,85	643,94	Canaleta 40x40
F1.3.2: Cetact	136,85		
F1.3.2: Matainsectos	80,12		

Reserva

Reserva

Reserva

SUBCUADRO C-2: ENTRECUBIERTA

B1-A

A2.1.1: Entrecubierta 1	66,48	508,78	Canaleta 25x25
A2.1.2: Entrecubierta 2	66,48		
A2.1.3: Entrecubierta 3	80,12		
A2.1.4: Entrecubierta 4	80,12	412,62	Canaleta 25x25
A2.1.5: Entrecubierta 5	80,12		
E2.1.6: Emergencia	66,48		
E2.1.7: Emergencia	66,48		

Reserva

Reserva

B1-F: CETACT

F2.1.1: Cetact	113,10	617,51	Canaleta 40x40
F2.1.2: Cetact	113,10		
F2.1.2: Cetact	113,10		

Reserva

Reserva

Reserva

**SUBCUADRO C-3: LONCHEADO Y PELADO**

B1-A: ALUMBRADO

A3.1.1: Deshuese	96,77	498,05	Canaleta 25x25
A3.1.2: Deshuese	96,77		
A3.1.3: Deshuese	80,12		
A3.1.4: Pasillo 3	80,12	291,63	Canaleta 25x25
A3.1.5: Pasillo 3	80,12		
E3.1.6: Emergencia	66,48	120,99	Canaleta 25x25

B2-A: ALUMBRADO

A3.2.1: Loncheado	66,48	483,95	Canaleta 25x25
A3.2.2: Loncheado	66,48		
A3.2.3: Loncheado	66,48		
A3.2.4: Loncheado	66,48		
A3.2.5: Loncheado	66,48	508,78	Canaleta 25x25
A3.2.6: Loncheado	80,12		
E3.2.7: Emergencia	66,48		
E3.2.8: Emergencia	66,48		

Reserva

B3-A: ALUMBRADO

A3.3.1: Cuartos	66,48	362,96	Canaleta 25x25
A3.3.2: Camaras	66,48		
A3.3.3: Pas 4/Cula	66,48		
E3.3.4: Emergencia	66,48	362,96	Canaleta 25x25
E3.3.5: Emergencia HC	66,48		
E3.3.6: Emergencia	66,48		

Reserva

Reserva

Reserva

CAMARAS

Camara N° 1	373,25	1.358,64	Canaleta 40x40
Camara N° 2	373,25		
Camara N° 3	373,25	1.358,64	Canaleta 40x40
Camara N° 4	373,25		

Anexo de Cálculos

B1-F: OTROS

F3.0.1: Lava Perchas	539,13	981,21	Canaleta 40x40
F3.0.2: Termoform.	539,13	1.962,43	Canaleta 40x60
F3.0.3: Termoform.	539,13		
F3.0.4: Termose.	539,13	1.962,43	Canaleta 40x60
F3.0.5: Termose.	539,13		
F3.0.6: Termose.	539,13	1.962,43	Canaleta 40x60
F3.0.7: Termose.	539,13		

Reseva

Reserva

MAQUINA VACÍO

Maquina de vacío	136,85	498,13	Canaleta 25x25
Maquina de vacío	136,85		

B2-F: DESCENSORES

F3.1.1: Descensor	113,10	617,51	Canaleta 40x40
F3.1.2: Descensor	113,10		
F3.1.3: Descensor	113,10		

Reserva

B3-F: DESHUESADO 1

F3.2.1: Desgubiado	113,10	1.029,19	Canaleta 40x40
F3.2.2: S. Codillo	113,10		
F3.2.3: M. Circular	113,10		
F3.2.4: Cintas	113,10		
F3.2.5: Cintas	113,10		

Reserva

B4-F: DESHUESADO 2

F3.3.1: Desgubiado	113,10	1.029,19	Canaleta 40x40
F3.3.2: S. Codillo	113,10		
F3.3.3: M. Circular	113,10		
F3.3.4: Cintas	113,10		
F3.3.5: Cintas	113,10		

Reserva

B5-F: LONCHEADORAS

F3.4.1: Loncheador	136,85	498,13	Canaleta 25x25
F3.4.2: Loncheador	136,85		
F3.4.3: Loncheador	136,85	498,13	Canaleta 25x25
F3.4.4: Loncheador	136,85		

Reserva

Reserva

Anexo de Cálculos

B6-F: PRENSA

F3.5.1: Prensa	136,85	498,13	Canaleta 25x25
F3.5.2: Prensa	136,85		
F3.5.3: Prensa	136,85	498,13	Canaleta 25x25
F3.5.4: Prensa	136,85		

Reserva

Reserva

B7-F: CINTA PESAJE

F3.6.1: C. Pesaje	113,10	411,67	Canaleta 25x25
F3.6.2: C. Pesaje	113,10		
F3.6.3: C. Pesaje	113,10	411,67	Canaleta 25x25
F3.6.4: C. Pesaje	113,10		

Reserva

Reserva

B8-F: CETACT

F3.7.1: Deshuese	136,85	996,25	Canaleta 40x40
F3.7.2: Deshuese	136,85		
F3.7.3: Pasillo 3	136,85		
F3.7.4: Loncheado	136,85		
F3.7.5: Loncheado	136,85	996,25	Canaleta 40x40
F3.7.6: Loncheado	136,85		
F3.7.7: Loncheado	136,85		
F3.7.8: Pasillo 4/Cul	136,85		

Reserva

B9-F: VARIOS

F3.8.1: T.C. Utí/Rep	80,12	291,63	Canaleta 25x25
F3.8.2: T.C. Va/Film	80,12		
F3.8.3: Lavabotas	80,12	145,82	Canaleta 25x25
F3.8.4: Matainsectos	80,12	291,63	Canaleta 25x25
F3.8.5: Matainsectos	80,12		

Reserva

Reserva

Reserva

Reserva

B10-F: RESISTENCIAS

F3.9.1: Valvulas	80,12	145,82	Canaleta 25x25
F3.9.2: Resistencia	96,77	704,48	Canaleta 40x40
F3.9.3: Resistencia	96,77		
F3.9.4: Resistencia	96,77		
F3.9.5: Resistencia	96,77		

Reserva



**SUBCUADRO C-4: RECEPCION**
**B1-A: ALUMBRADO**

A4.1.1: Recepción	66,48	362,96	Canaleta 25x25
A4.1.2: Recepción	66,48		
A4.1.3: Recepción	66,48		
A4.1.4: Recepción	66,48	362,96	Canaleta 25x25
A4.1.5: Control	66,48		
E4.1.6: Emergencia	66,48		
Reserva			
Reserva			
Reserva			

**B2-A: ALUMBRADO**

A4.2.1: Clasificación	66,48	362,96	Canaleta 25x25
A4.2.2: Clasificación	66,48		
A4.2.3: Clasificación	66,48	241,97	Canaleta 25x25
A4.2.4: Clasificación	66,48		
E4.2.5: Emergencia	66,48		
Reserva			

**B1-F: MAQUINARIA**

F4.1.1: Cintas	113,10	1.029,19	Canaleta 40x40
F4.1.2: Cintas	113,10		
F4.1.3: Descensor	113,10		
F4.1.4: Transportador	113,10		
F4.1.5: Sin Fin	113,10		
Reseva			

**B2-F: MAQUINARIA**

F4.2.1: Aplic. Manteca	113,10	1.029,19	Canaleta 40x40
F4.2.2: Sec. Manteca	113,10		
F4.2.3: Clasificador	113,10		
F4.3.5: Muelle	113,10		
F4.3.6: Pta. Seccional	113,10		
Reserva			

**B3-F: CETACT**

F4.3.1:Cetact	136,85	498,13	Canaleta 25x25
F4.3.2:Cetact	136,85		
F4.3.3:Cetact	136,85	454,90	Canaleta 25x25
F4.3.4:Cetact	113,10		
Reserva			
Reserva			

B4-F: VARIOS

F4.4.1: B.O.	80,12	145,82	Canaleta 25x25
F4.4.3: Bascula	80,12	145,82	Canaleta 25x25
F4.4.4: Matainsectos	80,12	145,82	Canaleta 25x25

Reserva

Reserva

Reserva

**SUBCUADRO C-5:EXPEDICION**

B1-A: ALUMBRADO

A5.1.1: Cart/Exp/Contr	80,12	387,79	25x25
A5.1.2: Carton	66,48		
A5.1.3: Carton	66,48	266,80	25x25
A5.1.4: Carton	80,12		
E5.1.5: Emergencia	66,48		

Reserva

Reserva

Reserva

Reserva

B1-F: MAQUINARIA

F5.1.1: Cinta	113,10	823,35	40x40
F5.1.2: Descensor	113,10		
F5.1.3: Mesa Circular	113,10		
F5.1.4: Paletizadora	113,10		
F5.1.5: Muelle	113,10	205,84	25x25
F5.1.6: Pta. Seccional	113,10	205,84	25x25

B2-F: CETACT/VARIOS

F5.2.3: Cetact	136,85	703,96	40x40
F5.2.4: Cetact	136,85		
F5.2.5: Cetact	113,10		

Reserva

Reserva

Reserva

B3-F: VARIOS

F5.3.1: B.O.	80,12	145,82	25x25
F5.3.3: Bascula	80,12	145,82	25x25
F5.3.4: Matainsectos	80,12	145,82	25x25

Reserva

Reserva

Reserva

**SUBCUADRO C-6:PASARE/AIRE**

## B1-A

A6.1.1: Pasarela 1	96,77	643,87	40x40
A6.1.2: Pasarela 1	96,77		
A6.1.3: Pasarela 2	80,12		
A6.1.4: Pasarela 2	80,12		
E6.1.5: Emergencia	66,48	483,95	25x25
E6.1.6: Emergencia	66,48		
E6.1.7: Emergencia	66,48		
E6.1.8: Emergencia	66,48		
Reserva	66,48		

## B1-F

F6.1.1: Cetact	113,10	411,67	25x25
F6.1.2: Cetact	113,10		
Reserva			
Reserva			
Reserva			
Reserva			

**SUBCUADRO C-7:VESTUARIOS**

## B1-A

A7.1.1: Ase, baño, duch	66,48	362,96	25x25
A7.1.2: Ase, baño, duch	66,48		
A7.1.3: Vestuarios	66,48		
A7.1.4: Pasillos	66,48	362,96	25x25
E7.1.5: Emergencia	66,48		
E7.1.6: Emergencia	66,48		

## B1-F

F7.1.1: TC	80,12	291,63	25x25
F7.1.2: TC	80,12		
F7.1.3: Secamanos	118,82	432,52	25x25
F7.1.4: Secamanos	118,82		
F7.1.5: Paso Sanitario	80,12	145,82	25x25
Reserva			

**Tabla 2.22** – Resultados de los calculos de las canalizaciones.

## 8. Elección de los dispositivos de protección.

A la hora de elegir los dispositivos que van a proteger nuestra instalación frente a sobrecargas y cortocircuitos, valoraremos las características que tienen los fusibles frente a los interruptores magnetotérmicos.

La ventaja de los fusibles frente a los magnetotérmicos, es que valen poco y poseen elevado poder de corte. Los magnetotérmicos tienen la posibilidad de mayor maniobrabilidad (no funden, y cuando actúan se pueden poner en servicio de nuevo de forma manual subiendo la palanca).

Los principales inconvenientes de los fusibles son:

- Al no tener una intensidad máxima para sobrecargas (al estilo de la  $I_{MAG} = I_{m2}$  de los magnetotérmicos), se hace delicada la protección frente a sobrecargas si no se eligen correctamente los fusibles en función de la línea y receptor a proteger.
- Errores al sustituir fusibles averiados.
- Cuando funden desconectan una fase, y ello es problemático en receptores trifásicos tales como los motores, donde se sobrecargan los bobinados de las fases que siguen funcionando.
- No admiten automatización.
- Se tarda más tiempo en activar la fase del fusible fundido, pues en los térmicos basta con subir la palanca.

A la hora de realizar el procedimiento de elección de la protección se realizara sobre un interruptor magnetotérmico indicando a continuación las diferencias que tendría frente al de un fusible, valorando ambos e indicando el por qué de la elección de uno de ellos.

### 8.1. Procedimiento de elección de un interruptor magnetotérmico.

Un interruptor magnetotérmico, es un dispositivo que permite cortar la corriente tanto cuando se produce una sobrecarga (actuación del térmico o láminas que con la corriente se calientan y separan) ó cuando se produce un cortocircuito (actuación del relé magnético, que tira de los contactos cuando la corriente supera un determinado valor, abriendo el circuito). Su configuración modular, fijación a perfil DIN, forma de comportamiento frente a sobrecargas y cortocircuitos etc. están normalizadas. Como interruptor de maniobra manual, realiza también las funciones ordinarias siguientes:

- Establecer la corriente.
- Conducir la corriente.
- Abrir el circuito de forma manual o automática (sobrecargas y cortocircuitos). Hay interruptores magnetotérmicos que admiten un relé auxiliar que actúan sobre el mecanismo de apertura para realizar otras funciones (dispositivos de mínima tensión, de emisión de corriente, de corriente diferencial etc).
- Asegurar el seccionamiento, es decir, garantizar en la apertura que se mantiene un nivel de aislamiento suficiente entre los contactos en tensión y los sin tensión.

Es aconsejable que en circuitos monofásicos instalemos interruptores magnetotérmicos bipolares (corten fase y neutro simultáneamente), y en los trifásicos tetrapolares. Da más seguridad de protección a receptores, circuitos y usuarios o en caso de reparaciones.

Para elegir correctamente un magnetotérmico, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

**1ª. Condición de elección de la IN del magnetotérmico (UNE 20.460).**

$$I_{\text{calculo}} (A) \leq I_N (A)_{\text{del magnetotermico}} \leq I_{\text{max admisible}} (A)_{\text{del conductor}}$$

La intensidad de cálculo será menor o igual que la nominal del magnetotérmico, y ésta, estará por debajo de la máxima admisible que soporta el conductor. Si no se cumple, hay que elevar la sección.

Valores de $I_n$ (A) normalizados para interruptores magnetotérmicos												
1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80
100	125	160	250	400	630	800	1.250	1.600	2.000	2.500	3.200	

**Tabla 2.23** – Valores normalizados de  $I_n$ .

**2ª. Condición de protección frente a sobrecargas (UNE 20.460).**

$$I_f = C_{dt} \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_{\text{max admisible}}$$

La intensidad  $I_f$  que produce el disparo seguro del térmico a tiempo con una sobrecarga de tiempo convencional, será menor que la intensidad máxima admisible que soporta el conductor, incrementada en un 45 %.

La reglamentación vigente (ITC-BT-22), obliga a dimensionar los circuitos y sus protecciones, a efectos de intensidad máxima admisible, cuando se pueden producir sobrecargas previsibles.

En los magnetotérmicos, en caso de sobrecargas, no se asegura el disparo del mismo hasta que se produzca una sobreintensidad que supere a la nominal del dispositivo en un valor dado por el cociente entre la intensidad de fusión a tiempo convencional y la nominal del magnetotérmico ( $I_f/I_N = C_{dt}$ ). A dicho valor lo hemos llamado coeficiente de disparo del térmico (en sobrecargas de tiempo convencional).

El valor cambia según la norma de homologación de los magnetotérmicos, como indicamos en la siguiente tabla:

Coeficiente de disparo del térmico "C <sub>at</sub> " (a sobrecarga de tiempo convencional)			
Norma	I <sub>N</sub>	T <sub>c</sub> (tiempo Convencional)	C <sub>at</sub> = I <sub>t</sub> / I <sub>N</sub>
IEC947-2 (uso industrial)	<= 63A	1h	1,30
	> 63A	2h	
EN-60.898 (viviendas y locales de pública concurrencia)	<= 63A	1h	1,45
	> 63A	2h	

 Tabla 2.24 – Coeficiente de disparo del térmico (C<sub>at</sub>).

### 3ª. Condición de elección del poder de corte:

$$Poder\_de\_corte\_del\_magnetotérmico(kA) > I_{pcc}(kA)$$

Significa que el magnetotérmico debe tener un poder de corte (KA) normalizado, superior a la máxima corriente de cortocircuito que pueda pasar por él, para asegurar que funde antes de destruirse. Dicha intensidad de cortocircuito será la del tripolar simétrico o la del cortocircuito fase-tierra según sea trifásica o monofásica la instalación a proteger.

Poder de corte en "KA" normalizados									
3	4,5	6	10	22	25	35	50	70	100
Poder de corte del magnetotérmico >= I <sub>pcc</sub>									

Tabla 2.25 – Valores normalizados del poder de corte en kA.

### 4ª. Condición de protección frente a cortocircuitos I:

$$I_{MAG}(A) \leq I_{pccf}(A)$$

Con esta condición aseguramos que una corriente pequeña de cortocircuito, no sea confundida por el magnetotérmico como una sobrecarga. Si el magnetotérmico la ve mayor que la I<sub>MAG</sub>, entonces abrirá entre 0,05 y 0,1 segundos.

Dicho tiempo, es el que tarda en disparar el relé magnético y el máximo que durará un cortocircuito en un circuito con protección magnetotérmica.

Veamos una tabla con las curvas normalizadas por la norma EN-UNE-20.460:

Curvas de respuesta de los magnetotérmicos normalizadas			
Tipos de curva	$I_{m1}$	$I_{m2} = I_{MAG}$	$I_{PR}$
Curva B	$3I_N$	$5I_N$	De valores normalizados
Curva C	$5I_N$	$10I_N$	Idem.
Curva D-MA	$10I_N$	$20I_N$	Idem.

Tabla 2.26 – Curvas de respuesta de los magnetotérmicos normalizadas.

$I_{MAG}$  puede ser " $5I_N$ " (curva B) ó " $10I_N$ " (curva C) ó " $20I_N$ " (curva D-MA), como vemos en la tabla de arriba. Puede ser que para un circuito sirva una o varias de las curvas. Si ninguna fuera válida, habría que elevar la sección de dicho circuito, calcular de nuevo " $Z_t = Z_f$ " e " $I_{pccf}$ " (varía al cambiar impedancia del último tramo) y comprobar otra vez la cuarta condición.

#### 5ª. Condición de protección frente a cortocircuitos II:

$$t_{mcicc} > t_d (\text{disparo} \text{ _ relé _ magnético})$$

El tiempo máximo que soporta el conductor la intensidad permanente de cortocircuito, deberá de ser mayor que el tiempo máximo que tarda en disparar el relé magnético del magnetotérmico al producirse el cortocircuito.

Si no se cumple esta condición, habría que elevar la sección, calculando de nuevo " $Z_t = Z_f$ " e " $I_{pccf}$ " (varía al cambiar impedancia del último tramo) y comprobando otra vez la cuarta y quinta condición.

Con esta condición, aseguramos que la curva de carga del cable esté por encima de la curva del magnetotérmico, como vemos en la siguiente figura:

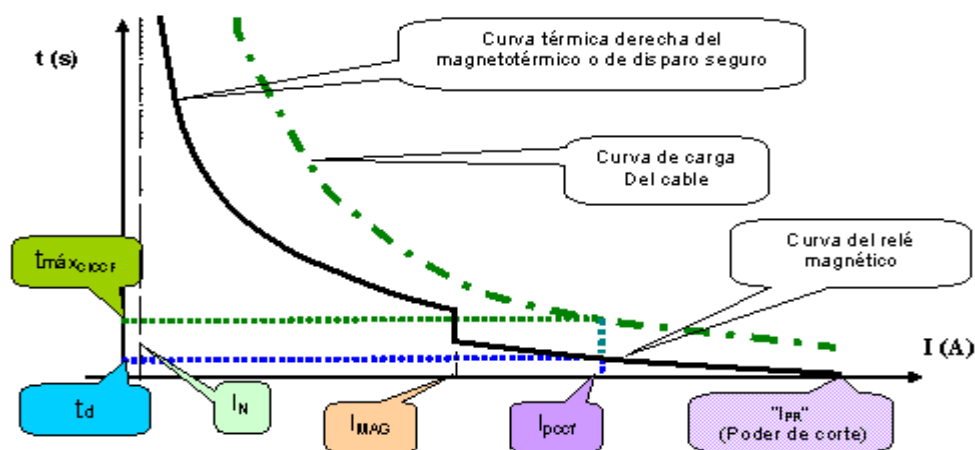


Figura 2.5 – Gráfica de las curvas de cortocircuito.

Como podemos apreciar la curva de respuesta (B, C ó D-MA) de tiempos máximos (derecha), deberá estar por debajo de la de carga del cable (de color verde). Además, la curva del magnetotérmico, nunca deberá cortar a la de carga del cable.

### **8.2. Comparativa entre interruptor magnetotérmico y fusible.**

A continuación se mostrará una comparativa entre el interruptor magnetotérmico y el fusible, que nos ha llevado a la elección del interruptor magnetotérmico para la protección de la instalación.

Con respecto a la primera y tercera condición ambos serían iguales, pero en la segunda condición tenemos que los magnetotérmicos protegen mejor a sobrecargas que los fusibles, ya que a tiempo convencional, el coeficiente de disparo del térmico es más pequeño que su equivalente en el fusible, que es el coeficiente de fusión. Lo que equivale a decir, que en tiempo de respuesta en la zona térmica, los magnetotérmicos son más rápidos que los fusibles.

Los fusibles no tienen  $I_{MAG}$ , sino que en sustitución de dicho valor se toma la  $I_{F5}$ , que garantiza que los cortocircuitos se sofocan en como mucho 5 segundos. De nuevo los magnetotérmicos ganan a los fusibles en rapidez de respuesta, ya que los relés magnéticos actúan en 0,1 segundos (los no regulables). En los regulables, el tiempo se gradúa en décimas de segundos (para hacer la selectividad). Sin embargo, hay que decir que los fusibles ganan a los magnetotérmicos en mayor poder de corte por su relativo poco coste económico.

Si eligiéramos la utilización de fusibles, deberíamos de comprobar que la intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, debe de ser menor que la intensidad que aguanta el conductor al producirse un cortocircuito que dure los 5 segundos, mientras que en la elección de los magnetotérmicos no se utiliza la  $I_{cc5}$  como condición de cortocircuito, porque el relé magnético actúa en tiempos muy bajos como hemos explicado.

Viendo esta comparativa y las ventajas y desventajas de uno frente al otro se ha elegido la utilización de interruptores magnetotérmicos debido a su rapidez de respuesta, a pesar de su mayor costo.

### **8.3. Conclusiones finales para el correcto diseño de las instalaciones.**

- 1º Hay que calcular protecciones empezando aguas arriba, esto quiere decir desde la entrada, porque un cambio en la sección motivado por la elección de la protección a efectos de sobrecargas y cortocircuitos, motivaría cambios de las impedancias "i" y "f" de los puntos siguientes donde coloquemos protecciones.
- 2º Si en una instalación se amplía potencia aguas arriba, modificando alguna sección al alza, ello elevará las  $I_{pcc}$ , lo que obligará a aumentar el poder de corte de los dispositivos de protección de los cuadros aguas abajo afectados, o poner interruptores generales en dichos cuadros con el poder de corte nuevo estimado.



- 3° Cuando se prevea en un futuro cercano un aumento de la potencia instalada, es preferible adecuar de entrada la sección a dicha demanda, con lo que no se nos planteará el problema del punto 2.
- 4° En circuitos aguas abajo donde se amplíe la longitud de los mismos en obras de reformas, hay que comprobar que las protecciones instaladas siguen siendo válidas, porque según se aumenta la longitud, se va acercando la  $I_{pccf}$  a la  $I_{MAG}$  del magnetotérmico. Se corre el peligro de entrar en la zona térmica, y si eso ocurre ( $I_{pccf} < I_{MAG}$ ), la solución es aumentar la sección del conductor como explicamos en los procesos de elección de dichos dispositivos.

#### 8.4. Cálculos de cortocircuito.

A continuación se muestran los cálculos de cortocircuito:

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pcci</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccf</sub> (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
DERIVACION IND 1	10	4(4x240+TTx120)Cu	23,09401077	25	11,12518351	1.600	
DERIVACION IND 2	10	4(4x240+TTx120)Cu	23,09401077	25	11,12518351	1.600	
Batería							
Condensadores	5	4(3x300+TTx150)Cu	46,18802154	50	22,29016723	2.000	
C-FRIO	7	3(4x240+TTx120)Cu	46,18802154	50	21,60112138	1.250	B, C
C-CALDERAS	20	4x35+TTx16Cu	46,18802154	50	4,569676541	100	B, C, D-MA
C-AIRE	120	4x70+TTx35Cu	46,18802154	50	1,576525683	160	B
C-1:							
ACONDICIONADO	75	4x35+TTx16Cu	46,18802154	50	1,269195082	100	B, C
C-2:							
ENTRECUBIERTA	85	4x16+TTx16Cu	46,18802154	50	0,546934769	63	B
C-3: LONCH Y PELADO	100	3(4x300+TTx150)Cu	46,18802154	50	11,87832483	1.250	B
C-4: RECEPCIÓN	125	4x70+TTx35Cu	46,18802154	50	1,53969809	160	B
C-5: EXPEDICIÓN	145	4x35+TTx16Cu	46,18802154	50	0,684667491	100	B
C-6: PASARELA	138	4x25+TTx16Cu	46,18802154	50	0,577869002	50	B, C
C-7: VESTUARIOS	150	4x25+TTx16Cu	46,18802154	50	0,533871596	50	B, C
B1-A: ALUM BODEGAS	0,3	4x6Cu	46,18802154	50	20,09241188	25	B, C, D-MA
A0.1.1: Bodega 1	70	2x4+TTx4Cu	40,34907619	50	0,178446467	10	B, C
A0.1.2: Bodega 1	70	2x4+TTx4Cu	40,34907619	50	0,178446467	10	B, C
A0.1.3: Bodega 2	90	2x6+TTx6Cu	40,34907619	50	0,209164595	10	B, C, D-MA
A0.1.4: Bodega 2	90	2x6+TTx6Cu	40,34907619	50	0,209164595	10	B, C, D-MA
A0.1.5: Bodega 3	105	2x6+TTx6Cu	40,34907619	50	0,179426016	10	B, C
A0.1.6: Bodega 3	105	2x6+TTx6Cu	40,34907619	50	0,179426016	10	B, C

E0.1.7: Emergencia	90	2x1.5+TTx2.5Cu	40,34907619	50	0,053007236	6	B
E0.1.8: Emergencia	140	2x1.5+TTx2.5Cu	40,34907619	50	0,034092673	6	B
RESERVA	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	40,34907619	50	10,18543282	6	B, C, D-MA
B2-A: A. BODEGAS	0,3	4x2.5Cu	46,18802154	50	15,01421884	25	B, C, D-MA
A0.2.1: Ibéricos 1	25	2x1.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,17978918	10	B, C
A0.2.2: Ibéricos 2	40	2x2.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,191708486	10	B, C
A0.2.3: Estufaje 1	55	2x2.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,142170777	6	B, C, D-MA
A0.2.4: Estufaje 2	60	2x2.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,130402921	6	B, C, D-MA
A0.2.5: Estufaje 3	65	2x2.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,120434232	6	B, C, D-MA
A0.2.6: Estufaje 4	70	2x2.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,111881408	6	B, C
A0.2.7: Estufaje 5	75	2x2.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,104462807	6	B, C
A0.2.8: Estufaje 6	85	2x2.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,092231469	6	B, C
E0.2.9: Emergencia	85	2x1.5+TTx2.5Cu	30,15117666	35	0,056022182	6	B
B3-A: ALUM PASILLO	0,3	4x10Cu	46,18802154	50	21,43340619	20	B, C, D-MA
A0.3.1: Pasillo 1	130	2x10+TTx10Cu	43,04202726	50	0,242432125	10	B, C, D-MA
A0.3.2: Pasillo 1	130	2x10+TTx10Cu	43,04202726	50	0,242432125	10	B, C, D-MA
A0.3.3: Pasillo 2	90	2x6+TTx6Cu	43,04202726	50	0,209462834	10	B, C, D-MA
A0.3.4: Pasillo 2	90	2x6+TTx6Cu	43,04202726	50	0,209462834	10	B, C, D-MA
A0.3.5: Emergencia	85	2x1.5+TTx2.5Cu	43,04202726	50	0,056134739	6	B
E0.3.6: Emergencia	135	2x1.5+TTx2.5Cu	43,04202726	50	0,03535665	6	B
RESERVA	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	43,04202726	50	10,85690789	6	B, C, D-MA
RESERVA	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	43,04202726	50	10,85690789	6	B, C, D-MA
RESERVA	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	43,04202726	50	10,85690789	6	B, C, D-MA
B4-A: ALUM CTO TEC	0,3	4x1.5Cu	46,18802154	50	11,73040677	16	B, C, D-MA
A0.4.1: Frío	23	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	0,19886195	10	B, C
A0.4.2: Frío	25	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	0,183169383	10	B, C
A0.4.3: Fluid/Cont	17	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	0,264425693	10	B, C, D-MA
A0.4.4: Cuadros/CT	12	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	0,384942214	10	B, C, D-MA
E0.4.5: Emergencia	27	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	0,174553917	10	B, C
E0.4.6: Emergencia	30	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	0,157369061	10	B, C
RESERVA	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	6,985267921	10	B, C, D-MA
RESERVA	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	6,985267921	10	B, C, D-MA
RESERVA	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	23,55670784	35	6,985267921	10	B, C, D-MA
B1-F: CETACT	0,3		46,18802154	50	22,31251652	100	B, C, D-MA

## Anexo de Cálculos

4x25Cu							
F0.1.1: Frío	20	4x4+TTx4Cu	44,8074345	50	0,55713729	20	B, C, D-MA
F0.1.2: Aire/CT	35	4x4+TTx4Cu	44,8074345	50	0,319478339	20	B, C
F0.1.3: Fluidos	20	4x4+TTx4Cu	44,8074345	50	0,55713729	20	B, C, D-MA
F0.1.4: Pasillo 1	65	4x2.5+TTx2.5Cu	44,8074345	50	0,106960039	20	B
F0.1.5: Pasillo 2	120	4x4+TTx4Cu	44,8074345	50	0,097834797	20	B
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	44,8074345	50	14,97401027	20	B, C, D-MA
B2-F: PUERTAS	0,3	4x16Cu	46,18802154	50	21,95935951	80	B, C, D-MA
F0.2.1: Ibéricos	55	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	0,141580293	16	B
F0.2.2: Estufaje	65	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	0,1169536	16	B
F0.2.3: Estufaje	75	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	0,10138527	16	B
F0.2.4: Bodegas	75	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	0,10138527	16	B
F0.2.5: Bodegas	110	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	0,069162187	16	B
F0.2.6 :Bodegas	105	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	0,07424181	10	B
F0.2.7: Bodegas	135	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	0,057758922	10	B
RESERVA	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	14,59573327	6	B, C, D-MA
RESERVA	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	44,09823349	50	14,59573327	6	B, C, D-MA
B3-F: USOS VARIOS	0,3	4x2.5Cu	46,18802154	50	15,75783719	25	B, C, D-MA
F0.3.2: Matainsectos	85	2x2.5+TTx2.5Cu	31,64449233	35	0,093222983	6	B, C
F0.3.3: Matainsectos	120	2x2.5+TTx2.5Cu	31,64449233	35	0,066118017	6	B, C
F0.3.4: Bascu. Aérea	125	2x2.5+TTx2.5Cu	31,64449233	35	0,063007397	6	B, C
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	31,64449233	35	10,53976725	6	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	31,64449233	35	10,53976725	6	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	31,64449233	35	10,53976725	6	B, C, D-MA
B4-F: EXTRACCION	0,3	4x2.5Cu	46,18802154	50	15,20831205	25	B, C, D-MA
F0.4.1: Frío	17	4x2.5+TTx2.5Cu	30,54094976	35	0,451333677	20	B, C, D-MA
F0.4.2: Frío	20	4x2.5+TTx2.5Cu	30,54094976	35	0,384962226	20	B, C
F0.4.2: Fluidos	16	4x2.5+TTx2.5Cu	30,54094976	35	0,478852317	20	B, C, D-MA
RESERVA	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	30,54094976	35	10,24423617	20	B, C, D-MA

**SUBCUADRO C-1: ACONDICIONADO**

Denominación	Longitud	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcci (kA)	P de C (kA)	Ipccf (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
	(m)						
B1-A: ALUMBRADO	0,3	4x2.5Cu	2,548765642	4,5	1,210947759	25	B, C, D-MA
A1.1.1: Acondicionado	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2,431794833	3	0,185847798	16	B, C
A1.1.2: Acondicionado	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2,431794833	3	0,185847798	16	B, C
E1.1.3: Emergencia	50	2x1.5+TTx2.5Cu	2,431794833	3	0,088595167	6	B, C
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	2,431794833	3	1,125967627	6	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	2,431794833	3	1,125967627	6	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	2,431794833	3	1,125967627	6	B, C, D-MA
B2-A: ALUMBRADO	0,3	4x4Cu	2,548765642	4,5	1,231587505	32	B, C, D-MA
A1.2.1: Bodega 4	45	2x4+TTx4Cu	2,473243053	4,5	0,226709257	16	B, C
A1.2.2: Bodega 4	45	2x4+TTx4Cu	2,473243053	4,5	0,226709257	16	B, C
A1.2.3: Bodega 5	55	2x4+TTx4Cu	2,473243053	4,5	0,191878128	16	B, C
A1.2.4: Bodega 5	55	2x4+TTx4Cu	2,473243053	4,5	0,191878128	16	B, C
E1.2.5: Emergencia	47	2x1.5+TTx2.5Cu	2,473243053	4,5	0,093948903	6	B, C
E1.2.6: Emergencia	57	2x1.5+TTx2.5Cu	2,473243053	4,5	0,078509748	6	B, C
B1-F: Maquinaria	0,3	4x2.5Cu	2,548765642	4,5	1,205036374	25	B, C, D-MA
F1.1.1: Cintas	30	4x2.5+TTx2.5Cu	2,419923738	3	0,215349903	10	B, C, D-MA
F1.1.2: Cintas	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,419923738	3	0,251551805	10	B, C, D-MA
F1.1.3: Descensor	15	4x2.5+TTx2.5Cu	2,419923738	3	0,358727266	10	B, C, D-MA
F1.1.4: Transportador	20	4x2.5+TTx2.5Cu	2,419923738	3	0,298911239	10	B, C, D-MA
F1.1.5: Puertas	105	4x2.5+TTx2.5Cu	2,419923738	3	0,070235434	10	B
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,419923738	3	1,153065385	10	B, C, D-MA
B2-F: Maquinaria	0,3	4x2.5Cu	2,548765642	4,5	1,205744721	25	B, C, D-MA
F1.2.1: Aplic. Manteca	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2,421346223	3	0,470075182	10	B, C, D-MA
F1.2.2: Seca. Manteca	15	4x2.5+TTx2.5Cu	2,421346223	3	0,360015	10	B, C, D-MA
F1.2.3: Clasificadora	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,421346223	3	0,249897667	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,421346223	4,5	1,153714381	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,421346223	3	1,153714381	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,421346223	3	1,153714381	10	B, C, D-MA

B3-F: CETACT/VARIOS	0,3	4x6Cu	2,548765642	4,5	1,241586705	40	B, C, D-MA
F1.3.1: Cetact	25	4x4+TTx4Cu	2,493323195	4,5	0,337280109	20	B, C
F1.3.2: Cetact	30	4x4+TTx4Cu	2,493323195	4,5	0,294335537	20	B, C
F1.3.2: Matainsectos	40	2x2.5+TTx2.5Cu	2,493323195	4,5	0,17167328	10	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,493323195	4,5	1,186512055	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,493323195	4,5	1,186512055	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,493323195	4,5	1,186512055	10	B, C, D-MA

**SUBCUADRO C-2: ENTRECUBIERTA**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcci (kA)	P de C (kA)	Ipccf (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
B1-A	0,3	4x4Cu	1,098340647	3	0,539904808	32	B,C
A2.1.1: Entrecubierta 1	58	2x2.5+TTx2.5Cu	1,084223256	3	0,108823186	10	B, C
A2.1.2: Entrecubierta 2	58	2x2.5+TTx2.5Cu	1,084223256	3	0,108823186	10	B, C
A2.1.3: Entrecubierta 3	75	2x4+TTx4Cu	1,084223256	3	0,128840093	10	B, C
A2.1.4: Entrecubierta 4	90	2x4+TTx4Cu	1,084223256	3	0,111853489	10	B, C
A2.1.5: Entrecubierta 5	110	2x4+TTx4Cu	1,084223256	3	0,095273915	10	B
E2.1.6: Emergencia	40	2x1.5+TTx2.5Cu	1,084223256	3	0,097821715	10	B
E2.1.7: Emergencia	70	2x1.5+TTx2.5Cu	1,084223256	3	0,060599109	10	B
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	1,084223256	3	0,522229029	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	1,084223256	3	0,522229029	10	B, C, D-MA
B1-F: CETACT	0,3	4x10Cu	1,098340647	3	0,543846492	50	B,C
F2.1.1: Cetact	50	4x2.5+TTx2.5Cu	1,092138847	3	0,113555655	20	B
F2.1.2: Cetact	80	4x4+TTx4Cu	1,092138847	3	0,117390262	20	B
F2.1.2: Cetact	80	4x2.5+TTx2.5Cu	1,092138847	3	0,082238342	16	B
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,092138847	3	0,532943075	16	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	1,092138847	3	0,532943075	16	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	1,092138847	3	0,532943075	16	B, C, D-MA

**SUBCUADRO C-3: LONCHEADO Y PELADO**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcci (kA)	P de C (kA)	Ipccf (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
B1-A: ALUMBRADO	0,3	4x10Cu	23,85375317	25	11,12914427	50	B, C, D-MA
A3.1.1: Deshuese	48	2x10+TTx10Cu	22,34926761	25	0,631848846	25	B, C, D-MA
A3.1.2: Deshuese	45	2x10+TTx10Cu	22,34926761	25	0,672296005	25	B, C, D-MA
A3.1.3: Deshuese	42	2x10+TTx10Cu	22,34926761	25	0,718268633	25	B, C, D-MA
A3.1.4: Pasillo 3	40	2x6+TTx6Cu	22,34926761	25	0,459235591	25	B, C
A3.1.5: Pasillo 3	40	2x6+TTx6Cu	22,34926761	25	0,460345811	16	B, C, D-MA
E3.1.6: Emergencia	67	2x1.5+TTx2.5Cu	22,34926761	25	0,070990617	6	B, C
B2-A: ALUMBRADO	0,3	4x6Cu	23,85375317	25	10,65930089	40	B, C, D-MA
A3.2.1: Loncheado	25	2x2.5+TTx2.5Cu	21,40573997	25	0,306656021	10	B, C, D-MA
A3.2.2: Loncheado	32	2x4+TTx4Cu	21,40573997	25	0,384636054	10	B, C, D-MA
A3.2.3: Loncheado	39	2x4+TTx4Cu	21,40573997	25	0,31697685	10	B, C, D-MA
A3.2.4: Loncheado	46	2x4+TTx4Cu	21,40573997	25	0,269556315	10	B, C, D-MA
A3.2.5: Loncheado	50	2x6+TTx6Cu	21,40573997	25	0,371008745	10	B, C, D-MA
A3.2.6: Loncheado	55	2x6+TTx6Cu	21,40573997	25	0,338003072	10	B, C, D-MA
E3.2.7: Emergencia	60	2x1.5+TTx2.5Cu	21,40573997	25	0,079222914	10	B
E3.2.8: Emergencia	67	2x1.5+TTx2.5Cu	21,40573997	25	0,070984933	10	B, C
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	21,40573997	25	7,006210737	10	B, C, D-MA
B3-A: ALUMBRADO	0,3	4x4Cu	23,85375317	25	10,09818043	32	B, C, D-MA
A3.3.1: Cuartos	25	2x2.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	0,308106168	10	B, C, D-MA
A3.3.2: Cámaras	25	2x1.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	0,185989498	10	B, C
A3.3.3: Pas 4/Cula	38	2x4+TTx4Cu	20,27891196	22	0,325385209	10	B, C, D-MA
E3.3.4: Emergencia	28	2x1.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	0,16861755	10	B, C
E3.3.5: Emergencia HC	15	2x1.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	0,29919944	10	B, C, D-MA
E3.3.6: Emergencia	32	2x1.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	0,147770622	10	B, C
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	6,687744154	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	6,687744154	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	20,27891196	22	6,687744154	10	B, C, D-MA
CAMARAS	0,3	4x120Cu	23,85375317	25	11,78518031	250	B, C, D-MA
Cámara N° 1	10	4x16+TTx16Cu	23,6667027	25	3,673998066	50	B, C, D-MA
Cámara N° 2	15	4x16+TTx16Cu	23,6667027	25	2,652187008	50	B, C, D-MA

Anexo de Cálculos

Cámara N° 3	20	4x16+TTx16Cu	23,6667027	25	2,070173484	50	B, C, D-MA
Cámara N° 4	25	4x16+TTx16Cu	23,6667027	25	1,696121004	50	B, C, D-MA
B1-F: OTROS	0,3	4x240Cu	23,85375317	25	8,120767542	400	B, C, D-MA
F3.0.1: Lava Perchas	42	4x25+TTx16Cu	23,85375317	25	1,567855018	80	B, C
F3.0.2: Termoform.	54	4x25+TTx16Cu	23,85375317	25	1,247703071	63	B, C
F3.0.3: Termoform.	64	4x25+TTx16Cu	23,85375317	25	1,063976435	63	B, C
F3.0.4: Termose.	25	4x25+TTx16Cu	23,85375317	25	2,488700134	63	B, C, D-MA
F3.0.5: Termose.	30	4x25+TTx16Cu	23,85375317	25	2,126017528	63	B, C, D-MA
F3.0.6: Termose.	35	4x25+TTx16Cu	23,85375317	25	1,854832452	63	B, C, D-MA
F3.0.7: Termose.	40	4x25+TTx16Cu	23,85375317	25	1,644605758	63	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	23,85375317	25	9,16928274	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	23,85375317	25	9,16928274	20	B, C, D-MA
MAQUINA VACÍO	0,3	4x10Cu	23,85375317	25	11,07281286	50	B, C, D-MA
Maquina de vacío	53	4x4+TTx4Cu	22,23614429	25	0,207991549	25	B
Maquina de vacío	63	4x4+TTx4Cu	22,23614429	25	0,175304012	25	B
B2-F: DESCENSORES	0,3	4x2.5Cu	23,85375317	25	8,790498394	25	B, C, D-MA
F3.1.1: Descensor	40	4x2.5+TTx2.5Cu	17,65285779	22	0,188800268	16	B, C
F3.1.2: Descensor	35	4x2.5+TTx2.5Cu	17,65285779	22	0,21525059	16	B, C
F3.1.3: Descensor	35	4x2.5+TTx2.5Cu	17,65285779	22	0,21525059	16	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	17,65285779	22	6,892448086	16	B, C, D-MA
B3-F: DESHUESADO 1	0,3	4x2.5Cu	23,85375317	25	8,797486458	25	B, C, D-MA
F3.2.1: Desgubiado	39	4x2.5+TTx2.5Cu	17,66689104	22	0,194668453	16	B, C
F3.2.2: S. Codillo	47	4x2.5+TTx2.5Cu	17,66689104	22	0,164687484	16	B, C
F3.2.3: M. Circular	53	4x2.5+TTx2.5Cu	17,66689104	22	0,147138747	16	B
F3.2.4: Cintas	55	4x2.5+TTx2.5Cu	17,66689104	22	0,138740643	16	B
F3.2.5: Cintas	55	4x2.5+TTx2.5Cu	17,66689104	22	0,138740643	16	B
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	17,66689104	22	6,897254571	16	B, C, D-MA
B4-F: DESHUESADO 2	0,3	4x2.5Cu	23,85375317	25	8,797486458	25	B, C, D-MA
F3.3.1: Desgubiado	49	4x2.5+TTx2.5Cu	16,10740599	22	0,155485633	16	B
F3.3.2: S. Codillo	57	4x2.5+TTx2.5Cu	16,10740599	22	0,136141257	16	B
F3.3.3: M. Circular	63	4x2.5+TTx2.5Cu	16,10740599	22	0,124037969	16	B
F3.3.4: Cintas	65	4x2.5+TTx2.5Cu	16,10740599	22	0,117616438	16	B
F3.3.5: Cintas	65	4x2.5+TTx2.5Cu	16,10740599	22	0,117616438	16	B

## Anexo de Cálculos

Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	16,10740599	22	6,502247727	16	B, C, D-MA
B5-F: LONCHEADORAS	0,3	4x16Cu	23,85375317	25	11,34366766	80	B, C, D-MA
F3.4.1: Loncheador	10	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	1,097543906	25	B, C, D-MA
F3.4.2: Loncheador	15	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	0,747142031	25	B, C, D-MA
F3.4.3: Loncheador	20	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	0,566195633	25	B, C, D-MA
F3.4.4: Loncheador	25	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	0,455769036	25	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	22,7800681	25	8,741295476	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	22,7800681	25	8,741295476	20	B, C, D-MA
B6-F: PRENSA	0,3	4x16Cu	23,85375317	25	11,34366766	80	B, C, D-MA
F3.5.1: Prensa	15	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	0,747142031	25	B, C, D-MA
F3.5.2: Prensa	20	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	0,566195633	25	B, C, D-MA
F3.5.3: Prensa	25	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	0,455769036	25	B, C
F3.5.4: Prensa	30	4x4+TTx4Cu	22,7800681	25	0,381372966	25	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	22,7800681	25	8,741295476	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	22,7800681	25	8,741295476	20	B, C, D-MA
B7-F: CINTA PESAJE	0,3	4x2.5Cu	23,85375317	25	9,088381626	25	B, C, D-MA
F3.6.1: C. Pesaje	30	4x2.5+TTx2.5Cu	18,2510594	22	0,25861867	16	B, C
F3.6.2: C. Pesaje	35	4x2.5+TTx2.5Cu	18,2510594	22	0,222372409	16	B, C
F3.6.3: C. Pesaje	40	4x2.5+TTx2.5Cu	18,2510594	22	0,195036429	16	B, C
F3.6.4: C. Pesaje	45	4x2.5+TTx2.5Cu	18,2510594	22	0,17368502	16	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	18,2510594	22	7,097843058	16	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	18,2510594	22	7,097843058	16	B, C, D-MA
B8-F: CETACT	0,3	4x70Cu	23,85375317	25	11,73816645	160	B, C, D-MA
F3.7.1: Deshuese	55	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,205377567	20	B, C
F3.7.2: Deshuese	30	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,373451563	20	B, C
F3.7.3: Pasillo 3	25	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,446517819	20	B, C, D-MA
F3.7.4: Loncheado	25	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,446517819	20	B, C, D-MA
F3.7.5: Loncheado	45	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,250470782	20	B, C
F3.7.6: Loncheado	25	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,446517819	20	B, C, D-MA
F3.7.7: Loncheado	35	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,320929736	20	B, C
F3.7.8: Pasillo 4/Cul	40	4x4+TTx4Cu	23,57229063	25	0,281357014	20	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	23,57229063	25	9,062774465	20	B, C, D-MA
B9-F: VARIOS	0,3	4x2.5Cu	23,85375317	25	9,134505334	25	B, C, D-MA



## Anexo de Cálculos

F3.8.1: T.C. Utí/Rep	30	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	0,253665631	20	B, C
F3.8.2: T.C. Va/Film	20	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	0,380232766	20	B, C
F3.8.3: Lavabotas	15	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	0,506853496	20	B, C, D-MA
F3.8.4: Matainsectos	55	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	0,142918499	20	B
F3.8.5: Matainsectos	35	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	0,223135209	20	B, C
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	7,12975388	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	7,12975388	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	7,12975388	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	18,34368387	22	7,12975388	20	B, C, D-MA
B10-F: RESISTENCIAS	0,3	4x4Cu	23,85375317	25	9,950493743	32	B, C, D-MA
F3.9.1: Válvulas	25	2x2.5+TTx2.5Cu	19,98233127	22	0,301267859	25	B, C
F3.9.2: Resistencia	15	2x4+TTx4Cu	19,98233127	22	0,747415475	25	B, C, D-MA
F3.9.3: Resistencia	22	2x4+TTx4Cu	19,98233127	22	0,518758266	25	B, C, D-MA
F3.9.4: Resistencia	27	2x4+TTx4Cu	19,98233127	22	0,425695322	25	B, C
F3.9.5: Resistencia	33	2x4+TTx4Cu	19,98233127	22	0,350276086	25	B, C
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	19,98233127	22	7,701666329	25	B, C, D-MA

## SUBCUADRO C-4: RECEPCION

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcci (kA)	P de C (kA)	Ipccf (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
B1-A: ALUMBRADO	0,3	4x2.5Cu	3,09198298	4,5	1,455406735	25	B, C, D-MA
A4.1.1: Recepción	25	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	0,166050343	10	B, C
A4.1.2: Recepción	50	2x2.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	0,142349232	10	B, C
A4.1.3: Recepción	38	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	0,113591206	10	B, C
A4.1.4: Recepción	38	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	0,113591206	10	B, C
A4.1.5: Control	25	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	0,167935679	10	B, C
E4.1.6: Emergencia	45	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	0,099071477	10	B
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	1,335962035	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	1,335962035	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	2,9227112	4,5	1,335962035	10	B, C, D-MA
B2-A: ALUMBRADO	0,3	4x2.5Cu	3,09198298	4,5	1,454231993	25	B, C, D-MA
A4.2.1: Clasificación	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2,920352114	4,5	0,192320519	20	B
A4.2.2: Clasificación	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2,920352114	4,5	0,192320519	20	B

Anexo de Cálculos

A4.2.3: Clasificación	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2,920352114	4,5	0,193880129	20	B
A4.2.4: Clasificación	43	2x2.5+TTx2.5Cu	2,920352114	4,5	0,161749882	20	B
E4.2.5: Emergencia	45	2x1.5+TTx2.5Cu	2,920352114	4,5	0,099066659	10	B
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	2,920352114	4,5	1,334968246	10	B, C, D-MA
B1-F: MAQUINARIA	0,3	4x2.5Cu	3,09198298	4,5	1,444610692	25	B, C, D-MA
F4.1.1: Cintas	27	4x2.5+TTx2.5Cu	2,90103086	4,5	0,242944828	16	B, C
F4.1.2: Cintas	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,90103086	4,5	0,261111253	16	B, C
F4.1.3: Descensor	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2,90103086	4,5	0,502500108	16	B, C, D-MA
F4.1.4: Transportador	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,90103086	4,5	0,261111253	16	B, C
F4.1.5: Sin Fin	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,90103086	4,5	0,24784301	16	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,90103086	4,5	1,371567325	16	B, C, D-MA
B2-F: MAQUINARIA	0,3	4x2.5Cu	3,09198298	4,5	1,448738195	25	B, C, D-MA
F4.2.1: Aplic. Manteca	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2,909319606	4,5	0,503009358	16	B, C, D-MA
F4.2.2: Sec. Manteca	15	4x2.5+TTx2.5Cu	2,909319606	4,5	0,378677186	16	B, C, D-MA
F4.2.3: Clasificador	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,909319606	4,5	0,259086369	16	B, C
F4.3.5: Muelle	23	4x2.5+TTx2.5Cu	2,909319606	4,5	0,275682575	16	B, C
F4.3.6: Pta. Seccional	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2,909319606	4,5	0,260343533	16	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	2,909319606	4,5	1,375296428	16	B, C, D-MA
B3-F: CETACT	0,3	4x16Cu	3,09198298	4,5	1,524590959	80	B,C
F4.3.1:Cetact	49	4x4+TTx4Cu	3,061645219	4,5	0,206687357	25	B
F4.3.2:Cetact	15	4x4+TTx4Cu	3,061645219	4,5	0,518203195	25	B, C, D-MA
F4.3.3:Cetact	25	4x4+TTx4Cu	3,061645219	4,5	0,359134963	25	B, C
F4.3.4:Cetact	25	4x2.5+TTx2.5Cu	3,061645219	4,5	0,25545566	16	B, C
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	3,061645219	4,5	1,443659594	16	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	3,061645219	4,5	1,443659594	16	B, C, D-MA
B4-F: VARIOS	0,3	4x2.5Cu	3,09198298	4,5	1,456838631	25	B, C, D-MA
F4.4.1: B.O.	31	2x2.5+TTx2.5Cu	2,925586699	4,5	0,216184302	25	B
F4.4.3: Bascula	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2,925586699	4,5	0,26188246	25	B, C
F4.4.4: Matainsectos	62	2x2.5+TTx2.5Cu	2,925586699	4,5	0,118156797	20	B
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	2,925586699	4,5	1,382612221	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	2,925586699	4,5	1,382612221	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	2,925586699	4,5	1,382612221	20	B, C, D-MA

**SUBCUADRO C-5:EXPEDICION**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcci (kA)	P de C (kA)	Ipccf (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
B1-A: ALUMBRADO	0,3	4x6Cu	1,374932036	3	0,677322931	40	B,C
A5.1.1: Cart/Exp/Contr	44	2x6+TTx6Cu	1,360182875	3	0,262868199	25	B, C
A5.1.2: Carton	44	2x4+TTx4Cu	1,360182875	3	0,201326347	25	B
A5.1.3: Carton	44	2x4+TTx4Cu	1,360182875	3	0,201522143	25	B
A5.1.4: Carton	44	2x6+TTx6Cu	1,360182875	3	0,263550716	25	B, C
E5.1.5: Emergencia	30	2x1.5+TTx2.5Cu	1,360182875	3	0,129004386	10	B, C
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	1,360182875	3	0,649844777	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	1,360182875	3	0,649844777	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	1,360182875	3	0,649844777	10	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x1.5+TTx2.5Cu	1,360182875	3	0,649844777	10	B, C, D-MA
B1-F: MAQUINARIA	0,3	4x2.5Cu	1,374932036	3	0,66513639	25	B, C, D-MA
F5.1.1: Cinta	34	4x2.5+TTx2.5Cu	1,33571017	3	0,172953363	16	B, C
F5.1.2: Descensor	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1,33571017	3	0,14859767	16	B
F5.1.3: Mesa Circular	28	4x2.5+TTx2.5Cu	1,33571017	3	0,198372154	16	B, C
F5.1.4: Paletizadora	17	4x2.5+TTx2.5Cu	1,33571017	3	0,273979822	16	B, C
F5.1.5: Muelle	8	4x2.5+TTx2.5Cu	1,33571017	3	0,397329766	16	B, C, D-MA
F5.1.6: Pta. Seccional	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1,33571017	3	0,362193995	16	B, C, D-MA
B2-F: CETACT/VARIOS	0,3	4x10Cu	1,374932036	3	0,679850807	50	B,C
F5.2.3: Cetact	20	4x4+TTx4Cu	1,365259292	3	0,312720839	20	B, C
F5.2.4: Cetact	55	4x4+TTx4Cu	1,365259292	3	0,160628312	20	B
F5.2.5: Cetact	65	4x2.5+TTx2.5Cu	1,365259292	3	0,099831551	16	B
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,365259292	3	0,662965412	16	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,365259292	3	0,662965412	16	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,365259292	3	0,662965412	16	B, C, D-MA
B3-F: VARIOS	0,3	4x2.5Cu	1,374932036	3	0,667472919	25	B, C, D-MA
F5.3.1: B.O.	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1,340402329	3	0,468773958	25	B, C
F5.3.3: Bascula	15	2x2.5+TTx2.5Cu	1,340402329	3	0,295806656	25	B, C
F5.3.4: Matainsectos	37	2x2.5+TTx2.5Cu	1,340402329	3	0,162880349	25	B
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	1,340402329	3	0,651185957	25	B, C, D-MA
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	1,340402329	3	0,651185957	25	B, C, D-MA

Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	1,340402329	3	0,651185957	25	B, C, D-MA
---------	-----	----------------	-------------	---	-------------	----	------------

**SUBCUADRO C-6:PASARE/AIRE**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcci (kA)	P de C (kA)	Ipccf (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
B1-A	0,3	4x6Cu	1,160461996	3	0,572615062	40	B, C
A6.1.1: Pasarela 1	71	2x6+TTx6Cu	1,149911165	3	0,181939701	16	B, C
A6.1.2: Pasarela 1	71	2x6+TTx6Cu	1,149911165	3	0,181939701	16	B, C
A6.1.3: Pasarela 2	72	2x4+TTx4Cu	1,149911165	3	0,134647927	16	B
A6.1.4: Pasarela 2	55	2x2.5+TTx2.5Cu	1,149911165	3	0,114628451	16	B
E6.1.5: Emergencia	67	2x1.5+TTx2.5Cu	1,149911165	3	0,063430876	6	B, C
E6.1.6: Emergencia	67	2x1.5+TTx2.5Cu	1,149911165	3	0,063432324	6	B, C
E6.1.7: Emergencia	95	2x1.5+TTx2.5Cu	1,149927162	3	0,046241358	6	B
E6.1.8: Emergencia	55	2x1.5+TTx2.5Cu	1,149911165	3	0,075455031	6	B, C
Reserva	49	2x1.5+TTx2.5Cu	1,149911165	3	0,083353811	6	B, C
B1-F	0,3	4x6Cu	1,160461996	3	0,572062179	40	B, C
F6.1.1: Cetact	85	4x4+TTx4Cu	1,14880088	3	0,113714104	20	B
F6.1.2: Cetact	35	4x2.5+TTx2.5Cu	1,14880088	3	0,152277399	20	B
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,14880088	3	0,560035121	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,14880088	3	0,560035121	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,14880088	3	0,560035121	20	B, C, D-MA
Reserva	0,3	4x2.5+TTx2.5Cu	1,14880088	3	0,560035121	20	B, C, D-MA

**SUBCUADRO C-7:VESTUARIOS**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcci (kA)	P de C (kA)	Ipccf (kA)	I mag. (A)	Curvas validas
B1-A	0,3	4x1.5Cu	1,072107513	3	0,516264882	16	B, C, D-MA
A7.1.1: Ase, baño, duch	25	2x1.5+TTx2.5Cu	1,036750151	3	0,138423179	10	B, C
A7.1.2: Ase, baño, duch	25	2x1.5+TTx2.5Cu	1,036750151	3	0,136481434	10	B, C
A7.1.3: Vestuarios	20	2x1.5+TTx2.5Cu	1,036750151	3	0,162066939	10	B, C
A7.1.4: Pasillos	19	2x1.5+TTx2.5Cu	1,036750151	3	0,168601452	10	B, C
E7.1.5: Emergencia	35	2x1.5+TTx2.5Cu	1,036750151	3	0,108010789	10	B, C

E7.1.6: Emergencia	35	2x1.5+TTx2.5Cu	1,036750151	3	0,108014051	10	B, C
B1-F	0,3	4x6Cu	1,072107513	3	0,528932285	40	B, C
F7.1.1: TC	35	2x2.5+TTx2.5Cu	1,062188513	3	0,149160185	20	B
F7.1.2: TC	35	2x2.5+TTx2.5Cu	1,062188513	3	0,149160185	20	B
F7.1.3: Secamanos	20	2x6+TTx6Cu	1,062188513	3	0,327928008	32	B, C
F7.1.4: Secamanos	25	2x6+TTx6Cu	1,062188513	3	0,299455713	32	B
F7.1.5: Paso Sanitario	5	x2.5+TTx2.5Cu	1,062188513	3	0,39635466	25	B, C
Reserva	0,3	2x2.5+TTx2.5Cu	1,062188513	3	0,518632847	25	B, C, D-MA

Tabla 2.27 – Cálculos de cortocircuito.

## 9. Cálculo de la toma a tierra de la instalación.

Como sistema de seguridad, se proyectará una instalación de red de tierras interconectadas ellas para las distintas dependencias de la nave industrial, distinguiendo entre, nave industrial, vestuario y sala de maquinas.

Las conexiones de tierra se establecen para limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden presentar en un momento de las masas metálicas, y para asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone una avería en los receptores eléctricos. En resumen, lo que se hace es desviar al terreno las intensidades de corriente de defecto.

Se comprobará en este apartado las condiciones de diseño del proyecto, que la red de tierras proyectada cumple con las condiciones de seguridad impuestas en la ITC BT-18 e ITC BT 24 en relación a las tensiones de contacto máximas.

Las tensiones de contacto en cualquier masa a las que hace referencia las Instrucciones, son:

- **24 V en locales o emplazamientos conductores.**
- **50 V para los demás casos.**

Así pues la resistencia de tierra calculada  $R_A$  no podrá tener valores que puedan generar estos potenciales teniendo en cuenta la expresión:

$$R_A \cdot I_a < U$$

Siendo:

- $R_A$  = La suma de las resistencias de toma a tierra y de los conductores de protección.
- $I_a$  = La corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo.
- $U$  = La tensión de contacto límite. (24-50 V).

Se instala una red de tierras en la parte de la nave que se dimensionará siguiendo el procedimiento que se sigue a continuación, teniendo en cuenta que no podrá ser mayor de  $15\Omega$  por considerar que llevan pararrayos.

Para averiguar el valor previsto de la resistencia de tierra en función del circuito de tierra que se proyecta tendremos en cuenta las siguientes expresiones y parámetros:

Picas en paralelo:

$$R_p = \frac{\rho}{L_1}$$

$$R_{grupo} = \frac{K \cdot R_p}{n}$$

Siendo:

- $R_{grupo}$  = Resistencia total del grupo de picas.
- $R_p$  = Resistencia de una pica.
- $K$  = Coeficiente de mejora ( $K=1,2$ ).
- $n$  = Numero de picas en paralelo.
- $\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).
- $L_1$  = Longitud pica (m).

Conductor desnudo:

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_2}$$

Siendo:

- $R_c$  = Resistencia conductor.
- $\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).
- $L_2$  = Longitud conductor (m).

### 9.1. Cálculo de la toma a tierra de la nave industrial.

- Cable enterrado de  $50 \text{ mm}^2$  de sección en rectángulo de 100 m x 70 m: 340 m.
- N° de picas (n) de 2 m y 14 mm de diámetro: 4 picas.
- Resistividad del terreno:  $400 \Omega \cdot m$ .

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} = \frac{400}{2} = 200\Omega$$

$$R_{grupo} = \frac{K \cdot R_p}{n} = \frac{1,2 \cdot 200}{4} = 60\Omega$$

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 400}{340} = 2,35\Omega$$

$$\frac{1}{RA_1} = \frac{1}{R_{grupo}} + \frac{1}{R_c} = \frac{1}{60} + \frac{1}{2,35} = 0,442\Omega^{-1}$$

$$RA_1 = \frac{1}{0,442} = 2,26\Omega$$

### 9.2. Calculo de la toma de tierra del vestuario.

- Cable enterrado de 50 mm<sup>2</sup> de sección en rectángulo de 18 m x 10 m: 56 m.
- N° de picas (n) de 2 m y 14 mm de diámetro: 4 picas.
- Resistividad del terreno: 400 Ω·m.

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} = \frac{400}{2} = 200\Omega$$

$$R_{grupo} = \frac{K \cdot R_p}{n} = \frac{1,2 \cdot 200}{4} = 60\Omega$$

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 400}{56} = 14,28\Omega$$

$$\frac{1}{RA_2} = \frac{1}{R_{grupo}} + \frac{1}{R_c} = \frac{1}{60} + \frac{1}{14,28} = 0,086\Omega^{-1}$$

$$RA_2 = \frac{1}{0,086} = 11,63\Omega$$

### 9.3. Calculo de la toma de tierra de la sala de máquinas.

- Cable enterrado de 50 mm<sup>2</sup> de sección en rectángulo de 20 m x 20 m: 80 m.
- N° de picas (n) de 2 m y 14 mm de diámetro: 4 picas.
- Resistividad del terreno: 400 Ω·m.

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} = \frac{400}{2} = 200\Omega$$

$$R_{grupo} = \frac{K \cdot R_p}{n} = \frac{1,2 \cdot 200}{4} = 60\Omega$$

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 400}{80} = 10\Omega$$

$$\frac{1}{RA_3} = \frac{1}{R_{grupo}} + \frac{1}{R_c} = \frac{1}{60} + \frac{1}{10} = 0,116\Omega^{-1}$$

$$RA_3 = \frac{1}{0,116} = 8,62\Omega$$

#### 9.4. Cálculo de la red de tierras interconectadas.

El valor final de la puesta a tierra de la instalación una vez se interconecten todas, quedando una única puesta a tierra de utilización será sin tener en cuenta las uniones de conductor desnudo de la misma sección que el utilizado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu desnudo será:

$$\frac{1}{RA} = \frac{1}{RA_1} + \frac{1}{RA_2} + \frac{1}{RA_3} = 0,644\Omega^{-1}$$

$$RA = \frac{1}{0,644} = 1,55\Omega$$

#### 9.5. Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra única.

El valor real de la puesta a tierra será:

$$\frac{1}{R'_t} = \frac{1}{Z_{equivalente}} = \frac{1}{R_{protección}} + \frac{1}{R_{utilización}} = \frac{1}{20,25} + \frac{1}{1,55} = 0,6945\Omega^{-1}$$

$$R'_t = \frac{1}{0,6945} = 1,44\Omega$$

Siendo la intensidad de defecto real, tal y como se ha indicado anteriormente:

$$I'_d = 400A$$

Para verificar que la tierra de utilización pueda ir unida a la tierra de protección del centro de transformación constituyendo una única puesta a tierra, se tiene que cumplir que la tensión de defecto sea igual o menor a 1.000 V.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d = 1,44 \cdot 400 = 576V < 1.000V$$



## 10. Cálculo batería condensadores.

El cálculo se efectuará según ITC-BT-43 punto 2.7 Compensación del factor de potencia e ITC-BT-48 punto 2.3 Condensadores en el que se especifica que los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar, en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades.

Para la instalación de las baterías de condensadores en embarrado con varios trafos ver apartado correspondiente en el pliego de condiciones.

Las ecuaciones utilizadas para la compensación de la energía reactiva son las siguientes:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

### Conexión condensadores:

Monofásico – Trifásico conexión estrella:

$$C = \frac{Q_c \cdot 1.000}{U^2 \cdot \omega}$$

Trifásico conexión triángulo:

$$C = \frac{Q_c \cdot 1.000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega}$$

Siendo:

- P = Potencia activa instalación (kW).
- Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
- Q<sub>c</sub> = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
- φ<sub>1</sub> = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
- φ<sub>2</sub> = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
- U = Tensión compuesta (V).
- ω = 2 · Π · f; siendo f = 50 Hz.
- C = Capacidad condensadores (F); C·1.000.000 (μF)

### 10.1. Dimensionado de la batería de condensadores.

Para el dimensionado de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

- Suministro: **Trifásico.**
- Tensión compuesta: **400 V.**
- Potencia activa: **1.376,95 kW.**

- $\cos\varphi$  actual: **0,806.**
- $\cos\varphi$  a conseguir: **0,98.**
- Conexión de los condensadores: **Triangulo.**

En primer lugar se hallan los ángulos de desfase  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$ :

$$\cos\varphi_1 0,806; \arccos 0,806 = 36,29^\circ$$

$$\cos\varphi_2 0,98; \arccos 0,98 = 11,478^\circ$$

Hallamos las tangentes respectivas:

$$\tan\varphi_1 = \tan 36,29 = 0,734$$

$$\tan\varphi_2 = \tan 11,478 = 0,203$$

Sustituimos los valores en la ecuación:

$$Q_c = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 1.376,95(0,734 - 0,203) = 731,16kVar$$

## 10.2. Cálculo del tipo de batería de condensadores en función de los armónicos de la instalación.

La toma en consideración de los fenómenos de los armónicos consiste, generalmente, en sobredimensionar las baterías de condensadores.

### 1. Contra los efectos de los armónicos.

La presencia de armónicos produce un aumento de la intensidad eficaz.

Por ello toda la aparamenta y conductores serán dimensionados de 1,3 a 1,5 veces la intensidad nominal del circuito.

### 2. Contra los fenómenos de resonancia.

Los condensadores no son generadores de armónicos, pero la presencia de un condensador, en una red con generadores de armónicos y en función de la configuración de la instalación, puede provocar una amplificación del armónico.

Este hecho se da cuando la frecuencia de resonancia paralela del sistema esté próxima a la frecuencia de los armónicos generados. Esta frecuencia es función de la impedancia de la red y consecuentemente de la potencia de cortocircuito.

Si el rango de los armónicos generados próximos a los bornes de la batería se asemeja a los valores de la frecuencia de resonancia, en este punto se producirá la amplificación. La intensidad se elevará y podrá provocar perforaciones al dieléctrico del condensador o simplemente envejecimiento del mismo.

Para paliar este fenómeno podemos utilizar:

- Condensadores sobredimensionados dieléctricamente (en tensión), por ejemplo para redes de 400 V, inductancias de 470 V.
- Bobinas (self), antiarmónicos, conectadas en serie con los condensadores y sintonizadas a 190 Hz para redes de 50 Hz y a 228 Hz para redes de 60 Hz.

Son adecuadas para reducir las tensiones y las intensidades de los armónicos (de rangos más comunes), en los bornes de conexión del condensador.

### **10.3. Solución final propuesta.**

Siguiendo las recomendaciones del fabricante Merlin Gerin de baterías de condensadores, cuando a la necesidad de compensar se une la necesidad de filtrar, debido a que la amplificación de los armónicos existentes es demasiado elevada, se recomienda la instalación de equipos SAH.

Estos equipos evitan la amplificación y protegen a los condensadores de las sobretensiones armónicas.

Los equipos SAH son equipos L-C sintonizados a una frecuencia de resonancia serie de 190 Hz, y provocan el desplazamiento de la frecuencia de resonancia paralela fuera del espectro armónico, evitando de esta forma la amplificación.

Batería *Rectimat 2 clase SAH*, está compuesta por condensadores Varplus (sobredimensionados en tensión a 470 V) con protección interna, contactores Telemecanique con resistencias de preinserción, fusibles ARP y regulador de E.R. Varlogic R6 - R12 e inductancias antiarmónicos sintonizados a 190 Hz.

Características:

- Tensión asignada: 400 V trifásicos 50 Hz.
- Frecuencia de sintonía 215 Hz (4,3 F1).
- Nivel de aislamiento: 0,66 kV.
- Resistencia 50 Hz 1 min: 2,5 kV.
- Corriente máxima admisible: 1,3 In (400 V).
- Tensión máxima admisible (8 horas sobre 24 h, según IEC 831) 450V.
- Categoría de temperatura (400 V):
  - Temperatura máxima: 40 °C.
  - Temperatura media sobre 24 h: 35 °C.
  - Temperatura media anual: 25 °C
  - Temperatura mínima: -5 °C.
- Grado de protección: IP31.
- Autotransformador 400/230 V integrado.
- Color:
  - Chapa: RAL 9.002.
  - Rejilla ventilación: RAL 7.021.

- Normas: IEC 439-1, EN 60.439.

- Qc (Kvar) de la batería: **765 kVAr.**
- Composición física: **45 + 8x90 kVAr.**
- Potencia primer escalón: **45 kVAr.**
- Capacidad condensadores primer escalón: **298,41  $\mu$ F.**
- Potencia siguiente escalón: **90 kVAr.**
- Capacidad condensadores por grupo de los siguientes escalones: **596,83  $\mu$ F.**
- Relación: **1:2:2.**

#### 10.4. Cálculo de las protecciones.

Cuando los condensadores están funcionando, la corriente que está circulando por ellos depende de la tensión aplicada, de la capacidad y de las componentes armónicas de la tensión.

Las variaciones armónicas pueden llevar a una amplificación de corriente. La norma admite un 30 % como valor y hay que añadir las posibles variaciones debidas a la tolerancia de los condensadores.

##### Interruptores automáticos

Los catálogos de la apartament de BT de las marcas de Schneider Electric dan las tablas de elección y regulación de la apartament para la utilización de protección de condensadores, para una temperatura de trabajo de 50 °C, en función de la potencia y la tensión de la batería de condensadores.

Un extracto de estas tablas las reflejamos a continuación:

Su calibre debe ser elegido en función que permita un reglaje de la protección térmica a:

- $1,36 \times I_n$  para los equipos Classic.
- $1,5 \times I_n$  para los equipos Comfort.
- $1,12 \times I_n$  para los equipos Harmony sintonizados a 135 Hz
- $1,19 \times I_n$  para los equipos Harmony sintonizados a 190 Hz
- $1,36 \times I_n$  para los equipos Harmony sintonizados a 215 Hz

Donde:

$$I_n = \frac{Q_c}{U_n \cdot \sqrt{3}}$$

Siendo:

- $I_n$  = intensidad nominal (en A).
- $Q_c$  = potencia del condensador (en VAr).
- $U_n$  = tensión compuesta (en V).

El reglaje de las protecciones de cortocircuito (magnéticas) deberá permitir el paso de los transitorios de conexión:  $1,19 \times I_n$ .

$$I_n = \frac{Q_c}{U_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{765 \cdot 10^3}{400 \cdot \sqrt{3}} = 1.104,18 A$$

Atendiendo a la ITC-BT 48 en el que se especifica que los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar, en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, tomaremos como referencia 1,5 veces ya que vemos en la tabla superior suministrada por el fabricante, para un equipo sintonizado a 190 Hz el reglaje será de  $1,19 I_n$ , por lo que cubrimos de este modo el mínimo fijado por el REBT.

$$I_r = 1,5 \cdot 1.104,18 = 1.656,27 A \text{ para la protección térmica.}$$

$$I_m = 1,9 \cdot 1.104,18 = 21 kA \text{ para la protección magnética.}$$

### Los cables de potencia.

Se deberá sobredimensionar para una corriente de  $1,5 I_n$  mínimo.

De cualquier forma la elección de los cables de potencia debe ser compatible con:

- La temperatura ambiente, alrededor de los conductores.
- Su situación (en bandeja, subterráneo...).

### Dimensionado de las líneas de la batería.

Parámetros generales de partida para la elección de la línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Tubo / Canaleta.
- Longitud: 5 m.
- Potencia reactiva: 765 kVAr.

$$I_n = \frac{1,5 \cdot Q_c}{U_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,5 \cdot 765 \cdot 10^3}{400 \cdot \sqrt{3}} = 1.656,27 A$$

La intensidad nominal que circula por los cables será de 1.656,27 A.

Se eligen conductores unipolares de sección: **4(3x240+TTx150)mm<sup>2</sup> de Cu.**

### 10.5. Programación del regulador.

Los datos que se deben programar en un regulador al realizar la puesta en marcha son los siguientes:

- El  $\cos \phi$  deseado en la instalación.
- La relación C/K.

Estos datos son únicos para cada instalación y no se pueden programar de fábrica.

#### Qué es el C/K

El regulador es el componente que decide la entrada o salida de los distintos escalones de potencia en función de 3 parámetros:

- El  $\cos \phi$  que se desea en la instalación.
- El  $\cos \phi$  que existe en cada momento en la instalación.
- La intensidad del primer escalón (que es el que marca la regulación mínima de la batería).

La entrada de intensidad al regulador se efectúa siempre a través de un TI de relación X/5.

Para que el regulador pueda tomar la decisión de conectar o desconectar escalón debe saber cuál va a ser la intensidad reactiva que va a introducir en la instalación, y esta intensidad debe estar referida al secundario del TI ya que es el valor que el regulador “lee”.

La forma de programar este valor es lo que se conoce como C/K y su fórmula es la siguiente:

$$C / K = \frac{Q_1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot R_{TI}}$$

Donde:

- $Q_1$  = potencia reactiva del primer escalón (VAr).
- $U$  = tensión FF (V).
- $R_{TI}$  = relación TI (X/5).

En nuestro caso:

$$C / K = \frac{Q_1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot R_{TI}} = \frac{45 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \frac{2.000}{5}} = 0,16$$

### La importancia del ajuste del C/K.

Para comprender la importancia del ajuste C/K hay que pensar que cada batería tiene un escalonamiento mínimo definido (determinado por la potencia del primer escalón).

Por este motivo la batería no se podrá ajustar al  $\cos\phi$  deseado a no ser que la demanda de la instalación coincida exactamente con dicho valor o un múltiplo del mismo.

En nuestro caso por ejemplo, si la potencia es de 1376,95 kW con un  $\cos\phi = 0,806$ , para alcanzar el  $\cos\phi$  deseado de 0,98:

$$Q = P(\tan \phi_1 - \tan \phi_2) = 1376,95(0,734 - 0,203) = 731,16 \text{ kVAr}$$

Como el escalonamiento eléctrico de esta batería es de 45+8x90 kVAr, la batería estaría constantemente fluctuando entre 675 y 765 kVAr.

Para evitar esta actuación inestable existe el ajuste C/K.

### Interpretación del ajuste C/K.

En la siguiente figura está representado el significado del ajuste C/K:

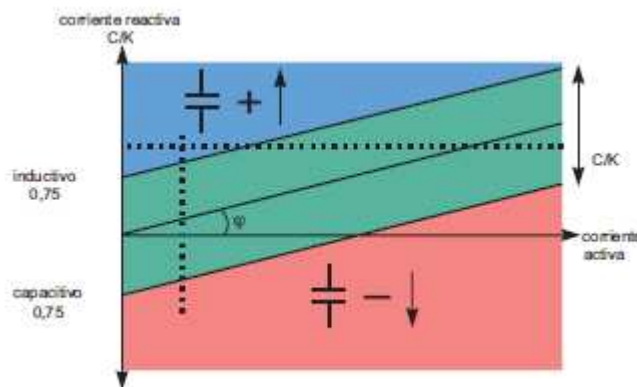


Figura 2.6 – Grafica del significado de ajuste C/K.

- El eje X representa la intensidad activa de la instalación; el eje Y, la intensidad reactiva (inductiva en el semiplano positivo y capacitiva en el negativo).
- Se puede representar en este gráfico cualquier situación del  $\cos\phi$  de la instalación como las coordenadas de un punto (X,Y) atendiendo a las componentes de intensidad activa y reactiva.
- Se ha representado la línea cuya pendiente es la  $\tan\phi$ , siendo  $\phi$  el ángulo para el  $\cos\phi$  deseado.
- Como se ha visto anteriormente la batería no se puede ajustar exactamente a la demanda de reactiva que existe en cada momento en la instalación, por eso se crea una banda de funcionamiento estable del regulador en la cual a

pesar de que el  $\cos\phi$  no sea exactamente el deseado no va a conectar ni desconectar más escalones.

- Esa banda es el C/K; por encima de la banda C/K el regulador va a conectar escalones y por debajo los desconecta.

Un ajuste demasiado bajo del C/K implicaría un sobretrabajo inútil de los contactores; un C/K demasiado alto supondría una banda estable excesivamente ancha, y por lo tanto no se alcanzaría el  $\cos\phi$  deseado.

- Los reguladores proporcionan la posibilidad de ajuste automático del C/K bajo cualquier condición de carga de la instalación.

El ajuste manual permite introducir valores de C/K desde 0,01 hasta 1,99 pudiendo visualizar en pantalla el valor ajustado.

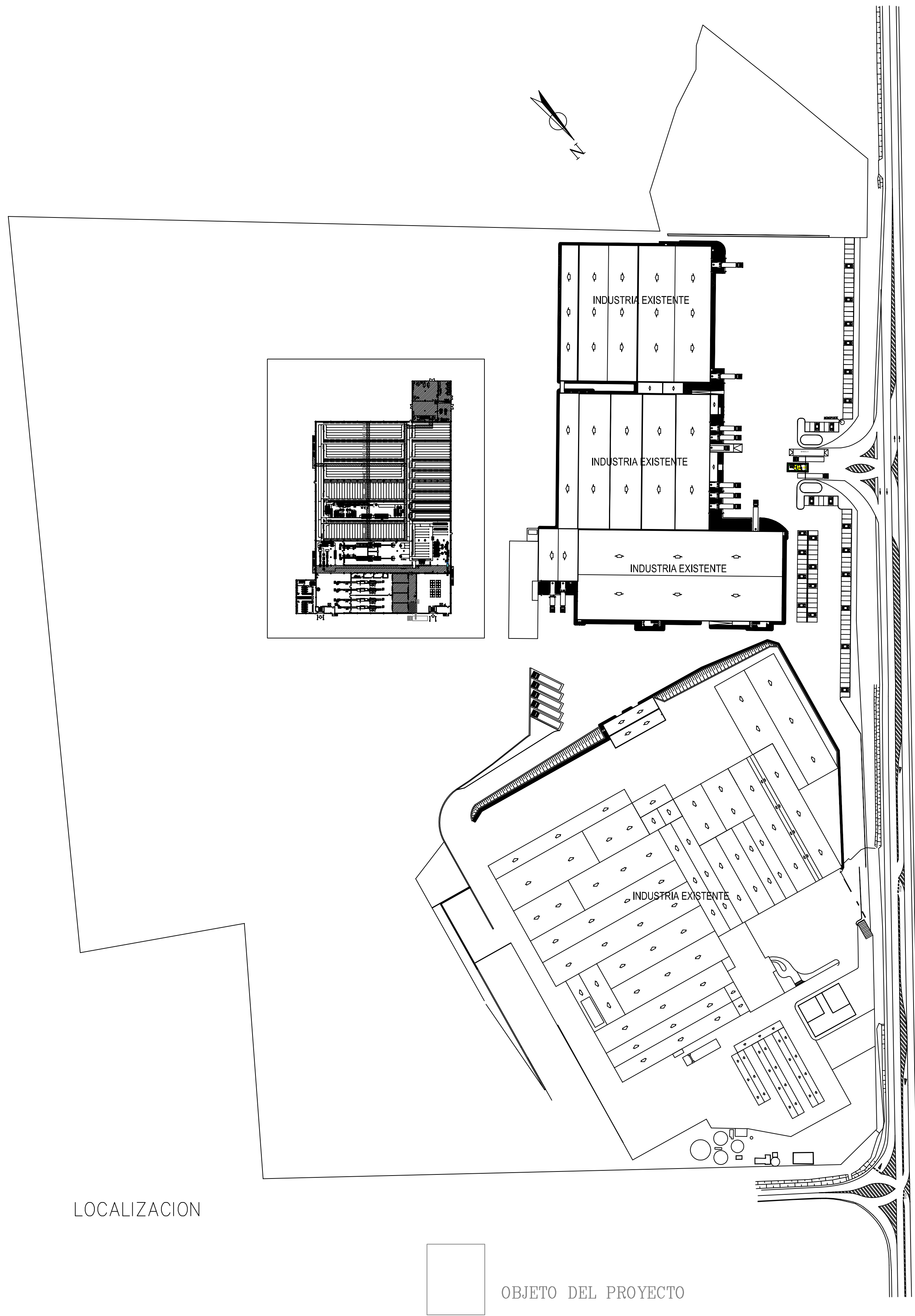


# PLANOS

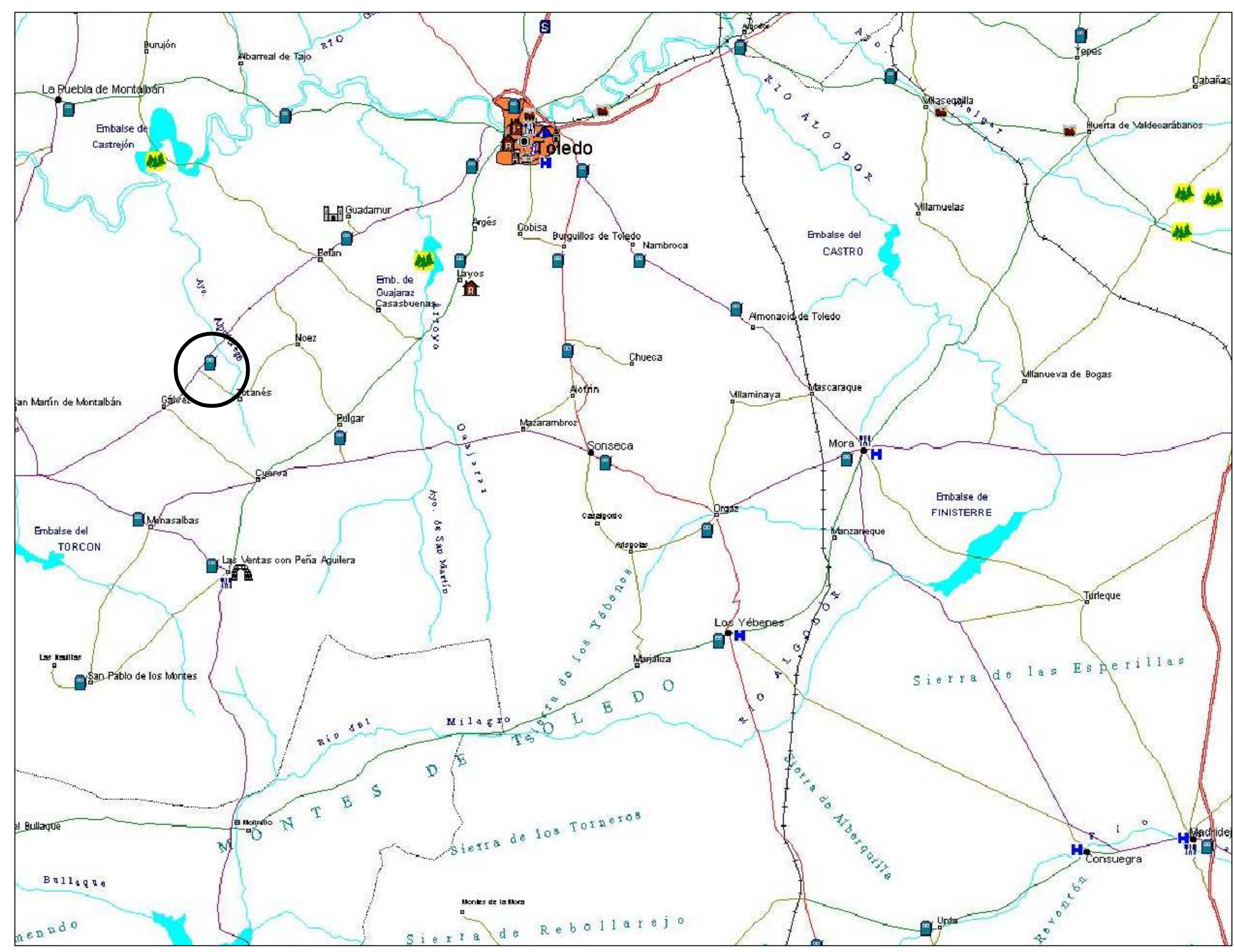
## INDICE – Planos

<b>PLANO 1:</b>	SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN
<b>PLANO 2:</b>	ALZADO I
<b>PLANO 3:</b>	ALZADO II
<b>PLANO 4:</b>	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
<b>PLANO 5:</b>	C.T. ESQUEMA UNIFILAR
<b>PLANO 6:</b>	ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA BAJA
<b>PLANO 7:</b>	ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA FALSO TECHO
<b>PLANO 8:</b>	DISTRIBUCIÓN FUERZA BODEGA
<b>PLANO 9:</b>	DISTRIBUCIÓN BANDEJA PLANTA BAJA
<b>PLANO 10:</b>	DISTRIBUCIÓN BANDEJA FALSO TECHO
<b>PLANO 11:</b>	ESQUEMA UNIFILAR C.G.B.T.
<b>PLANO 12:</b>	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO C-1: ACONDICIONADO
<b>PLANO 13:</b>	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO C-2: ENTRECUBIERTA
<b>PLANO 14:</b>	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO C-3: LONCHEADO Y PELADO
<b>PLANO 15:</b>	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO C-4: RECEPCIÓN Y ACONDICIONADO
<b>PLANO 16:</b>	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO C-5: EXPEDICIÓN
<b>PLANO 17:</b>	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO C-6: PASARELA Y ENTRECUBIERTA
<b>PLANO 18:</b>	ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO C-7: VESTUARIOS





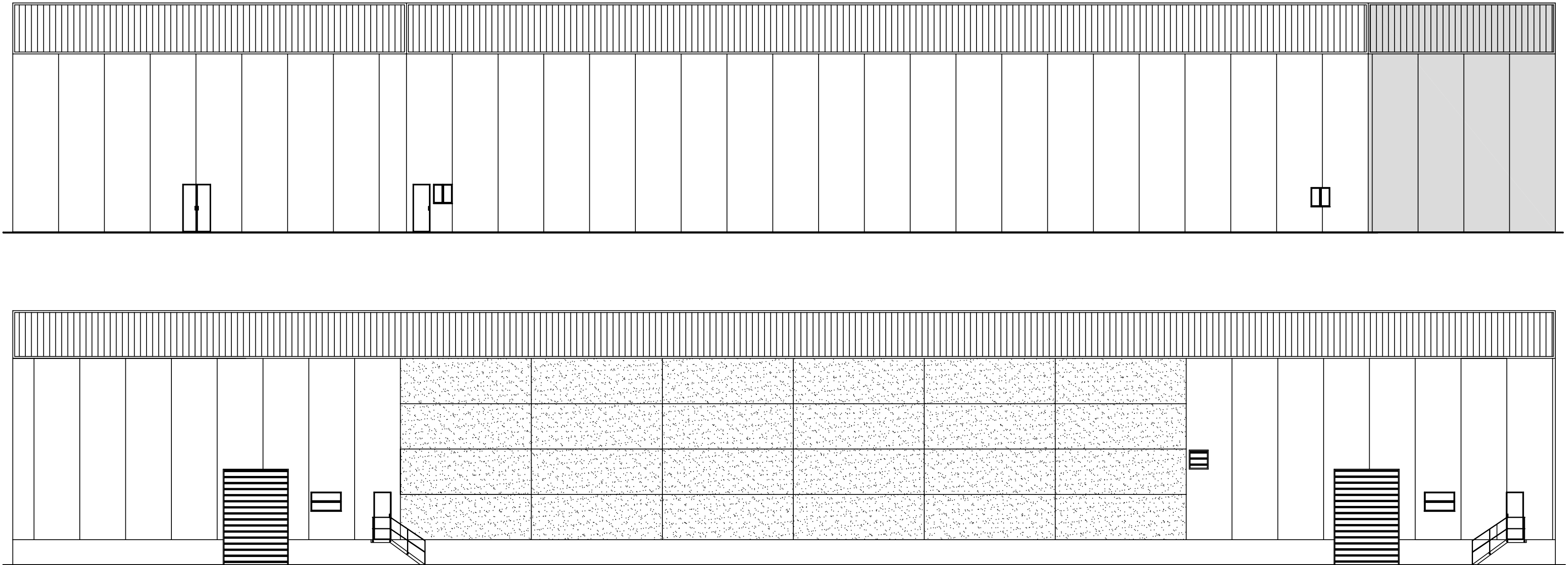
LOCALIZACION



SITUACION

	PROMOTOR: <b>INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.</b> <i>TOTANES (TOLEDO)</i>			
	TITULO : <b>BODEGA DE MADURACION DE JAMONES</b> <b>(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)</b>			
	FASE: SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA EN M.T. Y B.T.	INGENIERO INDUSTRIAL  KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO		
	PLANO DE: <b>SITUACION Y LOCALIZACION</b>			
N° PROYECTO: 01-2010-I.I.	N° PLANO: Locali.-01	N° ORDEN: 01	ESCALA: 1/2000	FECHA: FEBRERO 2011







PROMOTOR:  
**INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
*TOTANES (TOLEDO)*

TITULO :  
**BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
**(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)**

FASE:  
SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL  
  
KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE:  
**ALZADO I**

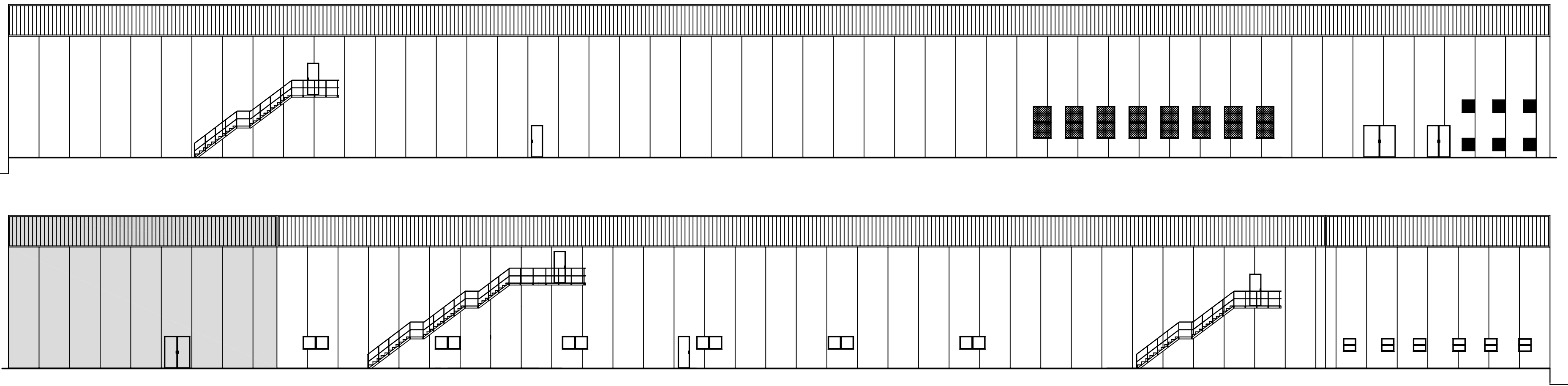
Nº PROYECTO:  
01-2010-I.I.

Nº PLANO:  
Alzado-01

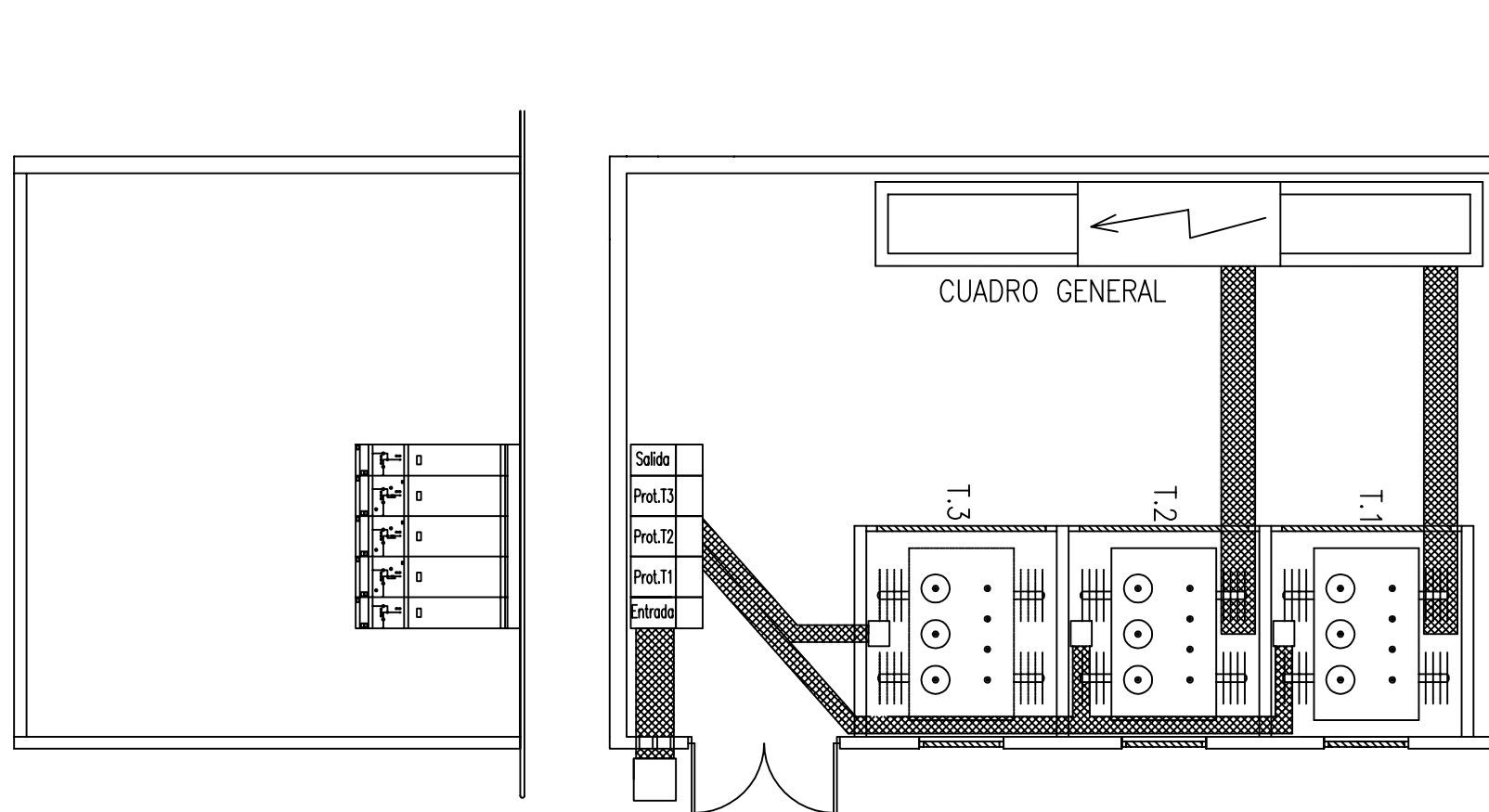
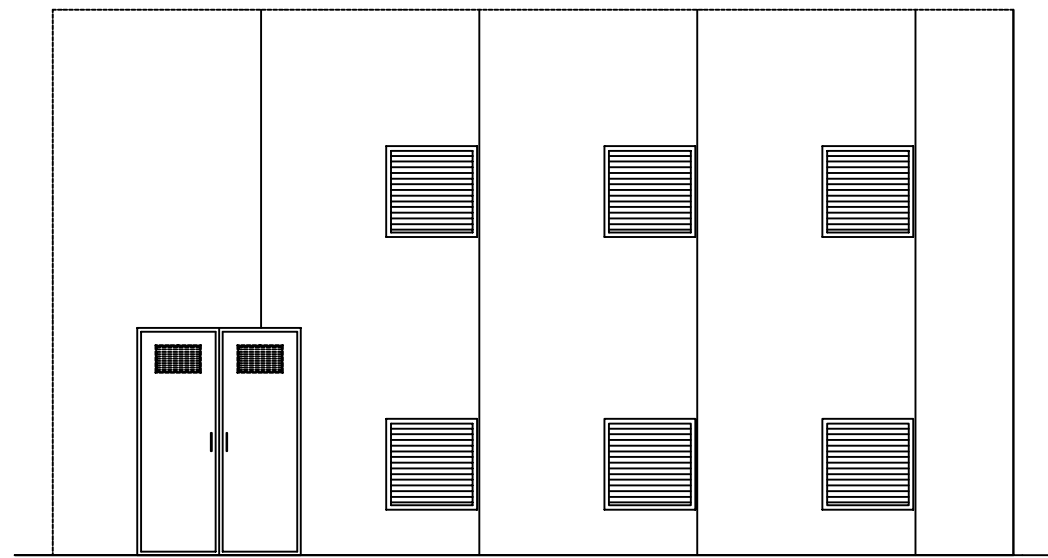
Nº ORDEN:  
02

ESCALA:  
1/200

FECHA:  
FEBRERO 2011



	PROMOTOR: <b>INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.</b> <i>TOTANES (TOLEDO)</i>				
	TITULO : BODEGA DE MADURACION DE JAMONES (INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)				
	FASE: SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA EN M.T. Y B.T.				INGENIERO INDUSTRIAL  KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO
	PLANO DE: ALZADO II				
Nº PROYECTO: 01-2010-I.I.	Nº PLANO: Alzado-02	Nº ORDEN: 03	ESCALA: 1/200	FECHA: FEBRERO 2011	



PROMOTOR: **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TITULO : **BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE:  
SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL  
  
KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE:  
**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Nº PROYECTO: 01-2010-LI.  
01-2010-LI.

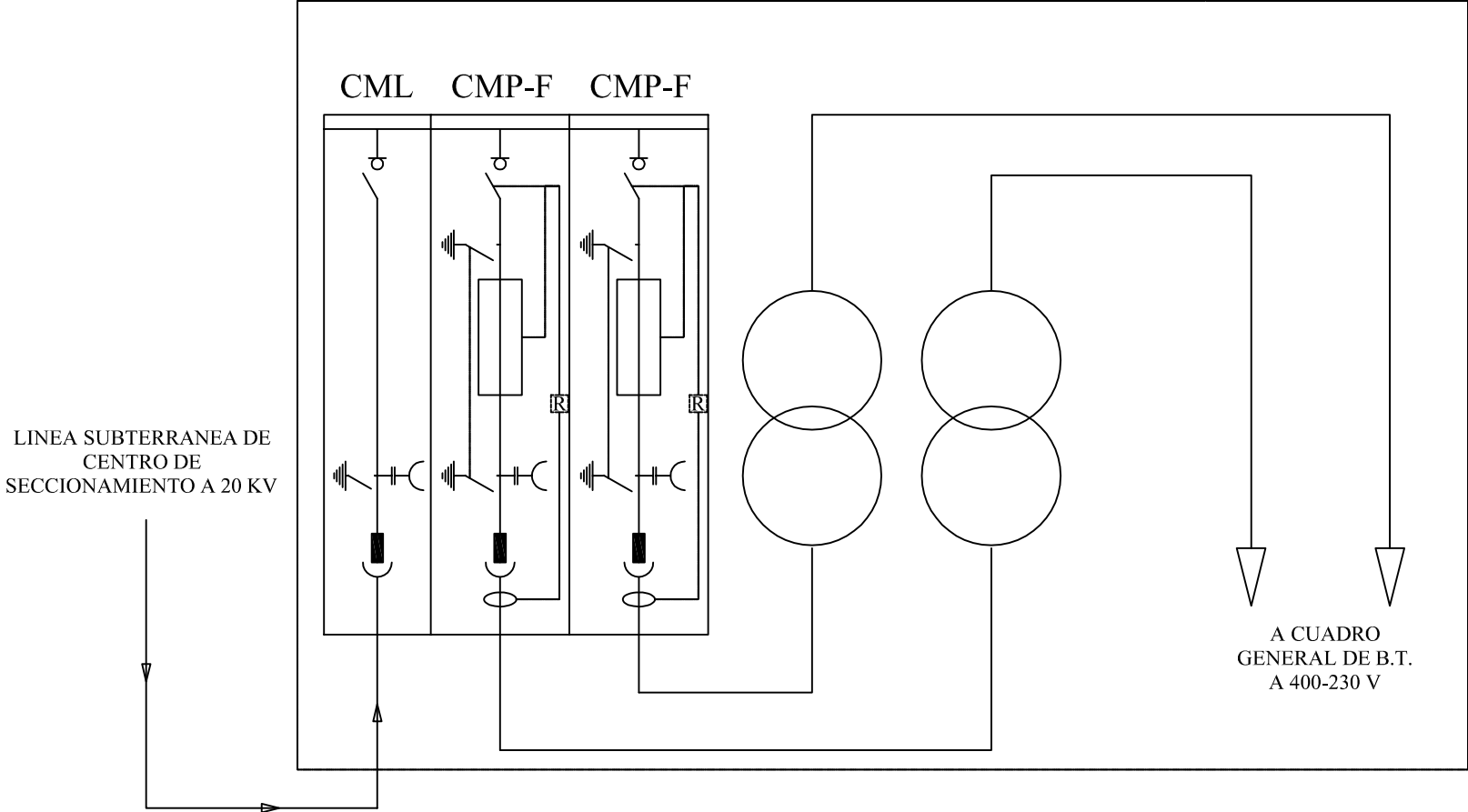
Nº PLANO: C.T.-01

Nº ORDEN: 04

ESCALA: 1/120

FECHA: FEBRERO 2011

C.T. POTENCIA INSTALADA  
2.000KVA (2x1.000)  
20KV/400-230v



PROMOTOR: **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TITULO : **BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE: **SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA**  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE: **C.T. ESQUEMA UNIFILAR**

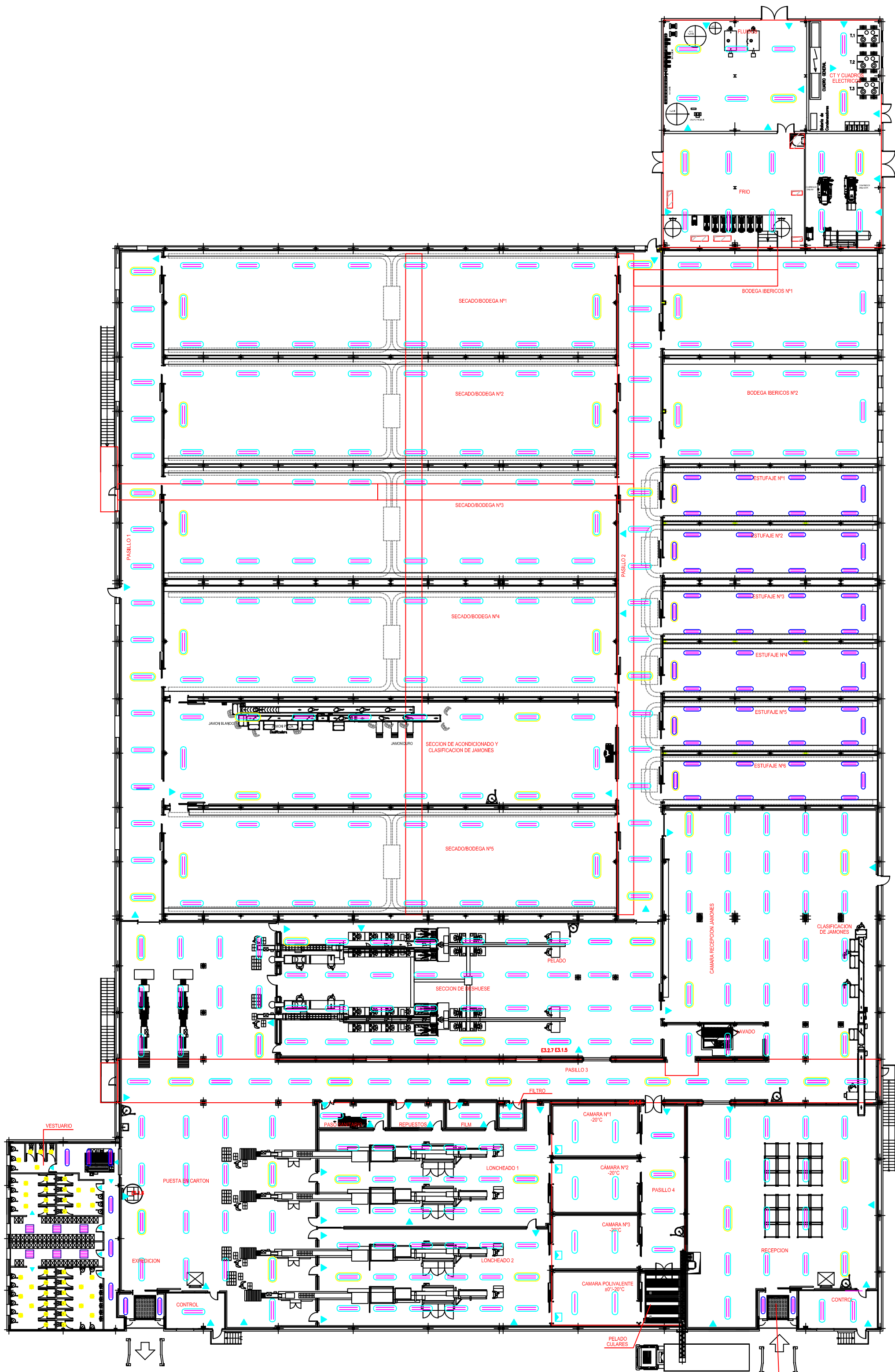
Nº PROYECTO: **01-2010-LI.**

Nº PLANO: **C.T.-02**

Nº ORDEN: **05**

ESCALA: **S/E**

FECHA: **FEBRERO 2011**



- Pantallas f. Estanca 2x58 W + Emergencia 350 Lm
- Pantallas f. Estanca 2x58 W
- Pant f. Estanca Baja Temperatura 1x58 W
- Pantallas f. Estanca 2x36 W + Emergencia 155 Lm
- Pantallas f. Estanca 2x36 W
- Punto de luz estanco para alumbrado de emergencia y señalización 45 Lm
- Luminaria Emergencia Hombre en Cámara
- Pto. Luz pantalla f. empobrar 4x18 W
- Pto. Luz pantalla f. empobrar 2x18 W
- Pto. Luz pantalla f. empobrar estanca 1x18 W



PROMOTOR:  
**INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
*TOTANES (TOLEDO)*

TITULO :  
**BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
**(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)**

FASE:  
**SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA**  
**EN M.T. Y B.T.**

INGENIERO INDUSTRIAL

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE:  
**ILUMINACIÓN Y ULUMBRADO DE**  
**EMERGENCIA PLANTA BAJA**

Nº PROYECTO:  
**01-2010-II.**

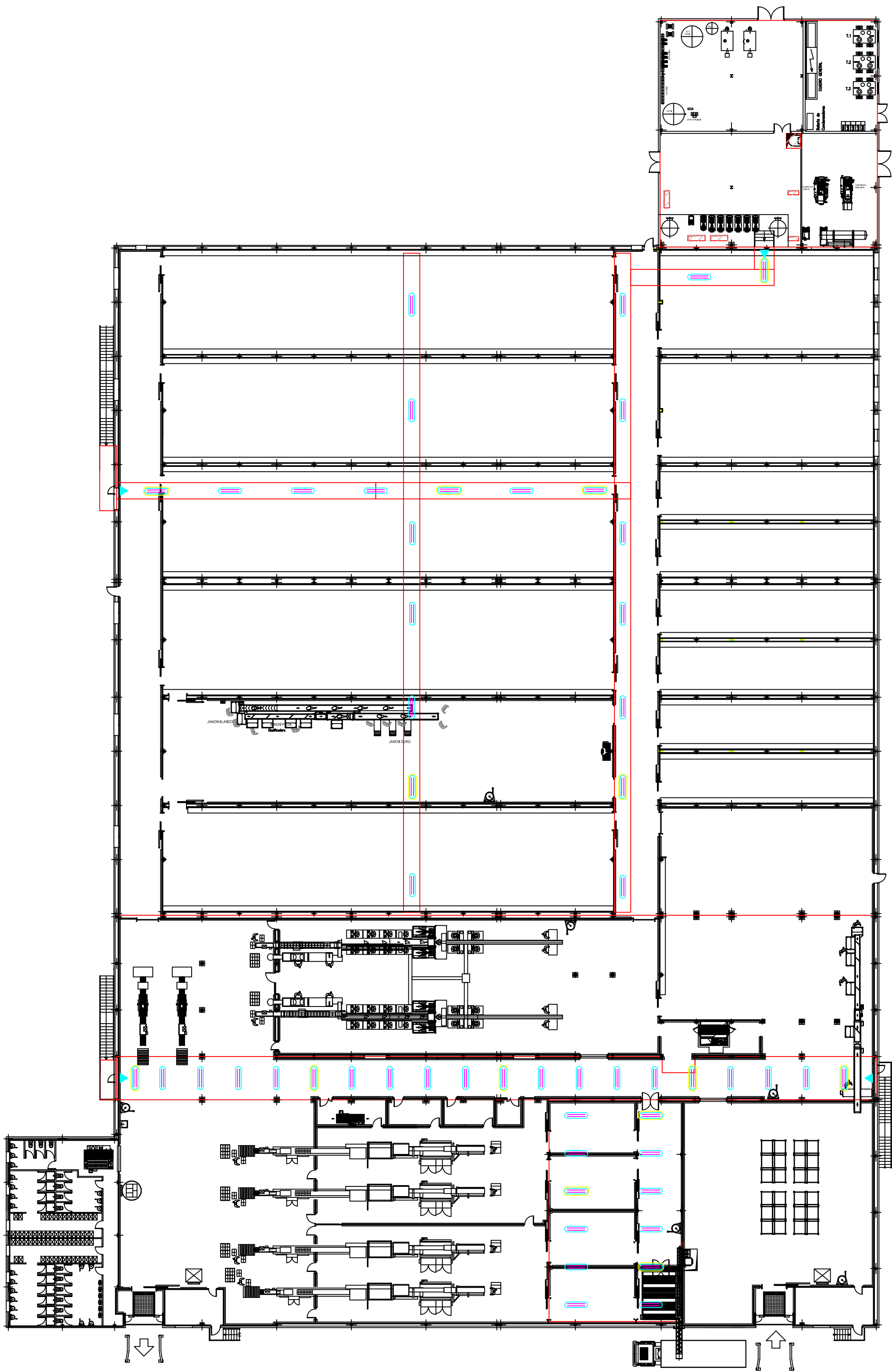
Nº PLANO:  
**ALU-01**




Nº ORDEN:  
**06**

ESCALA:  
**1/300**

FECHA:  
**FEBRERO 2011**





-  Pantallas f. Estanca 2x58 W + Emergencia 350 Lm
-  Pantallas f. Estanca 2x58 W
-  Punto de luz estanca para alumbrado de emergencia y señalización 45 Lm



PROMOTOR:  
**INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
*TOTANES (TOLEDO)*

TITULO :  
**BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
**(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)**

FASE:  
SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE:  
**ILUMINACIÓN Y ULUMBRADO DE**  
**EMERGENCIA FALSO TECHO**

Nº PROYECTO:  
01-2010-11.

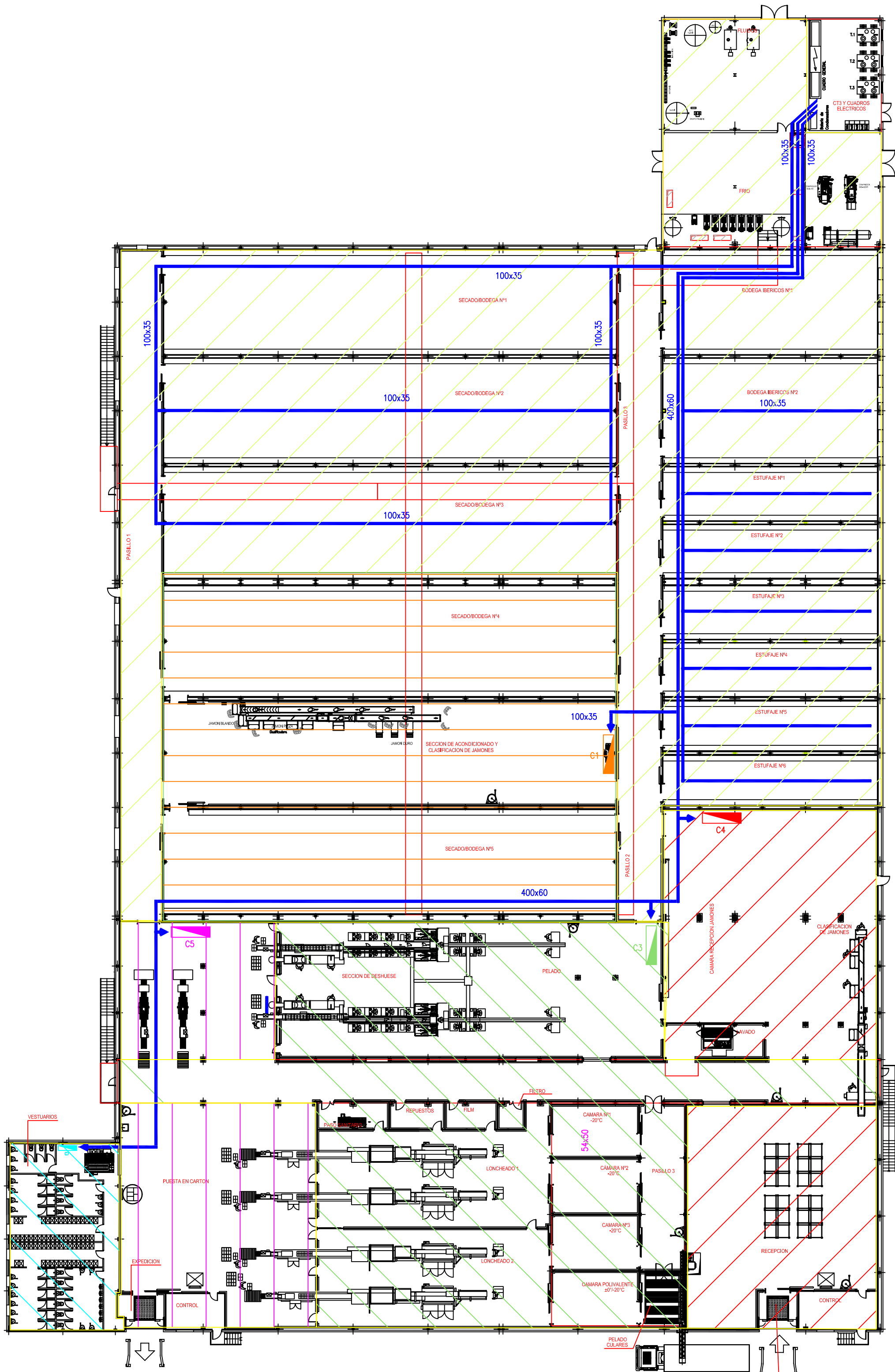
Nº PLANO:  
ALU-02

Nº ORDEN:  
07

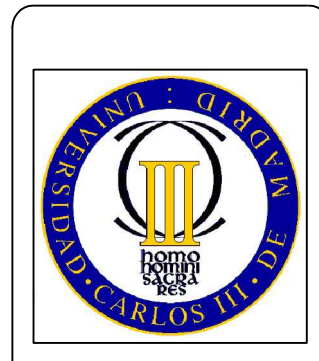
ESCALA:  
1/300

FECHA:  
FEBRERO 2011





- CUADRO GENERAL
- C1
- C3
- C4
- C5
- C7



PROMOTOR:  
**INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TITULO :  
**BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE:  
SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

PLANO DE:  
**DISTRIBUCIÓN BANDEJA PLANTA BAJA**

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

Nº PROYECTO:  
01-2010-11

Nº PLANO:  
BAN-01

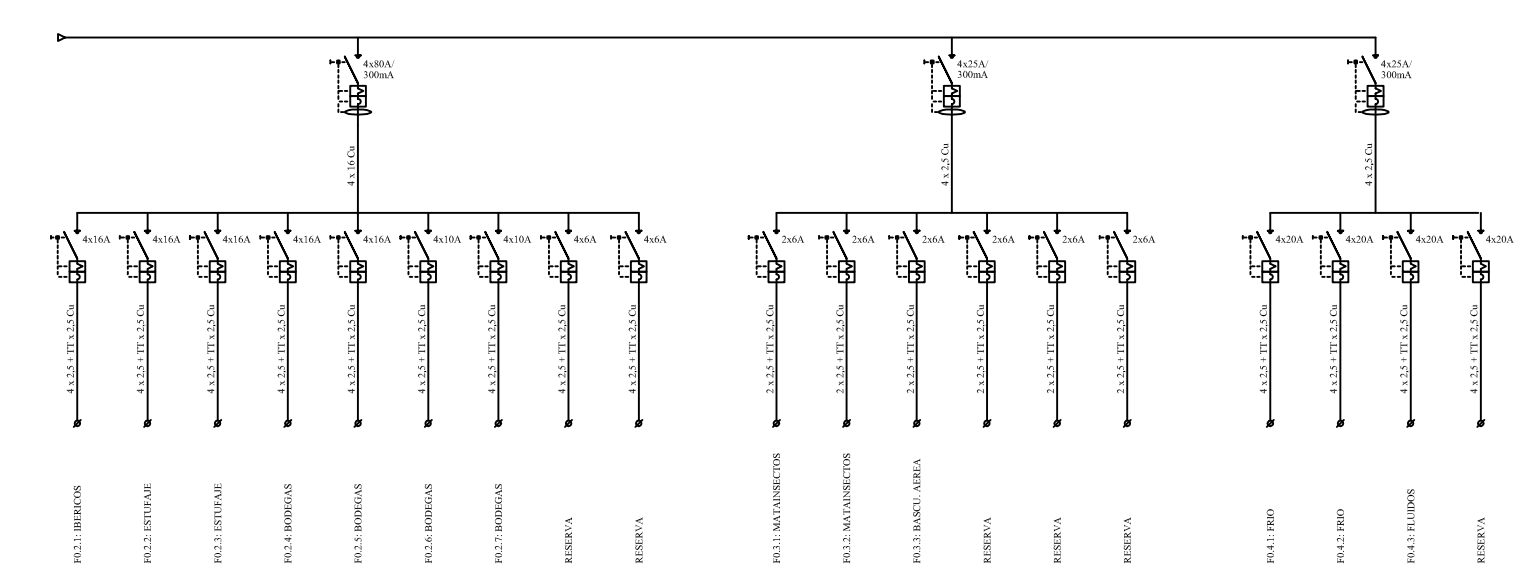
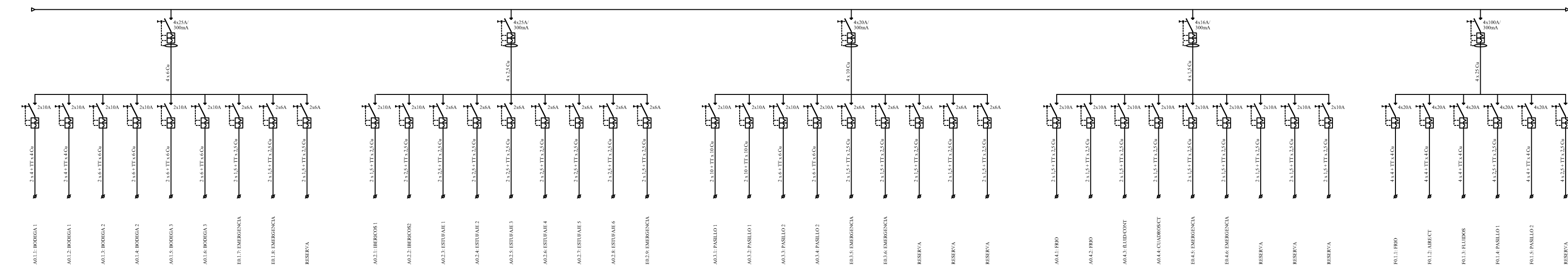
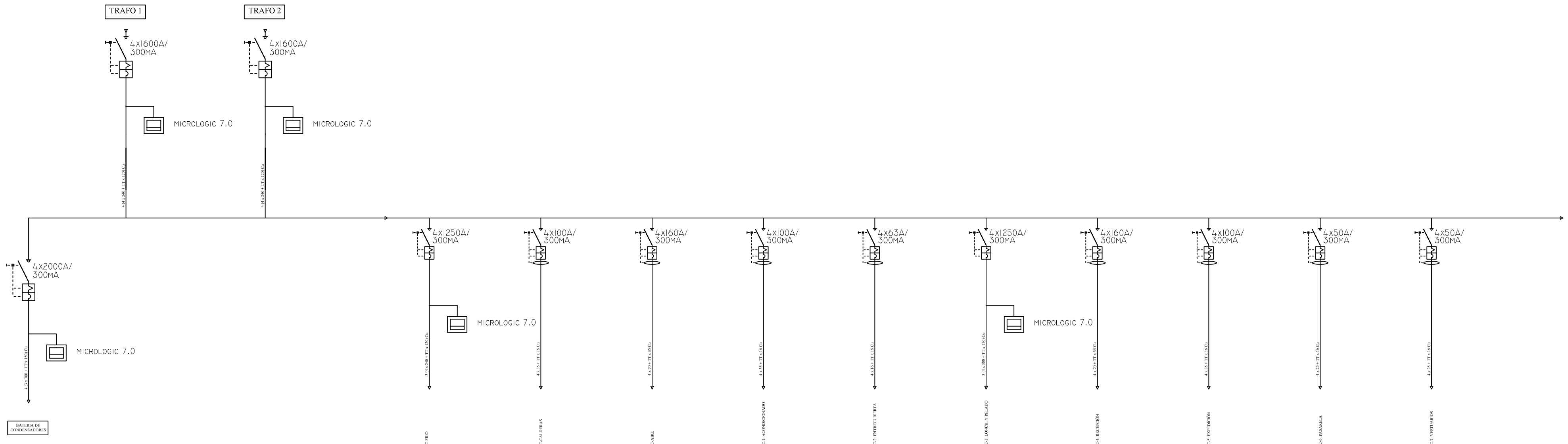
Nº ORDEN:  
09


ESCALA:  
1/300

FECHA:  
FEBRERO 2011









PROMOTOR:  
**INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
*TOTANES (TOLEDO)*

TITULO :  
**BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
**(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)**

FASE:  
**SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA**  
**EN M.T. Y B.T.**

INGENIERO INDUSTRIAL  
**KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO**

PLANO DE:  
**ESQUEMA UNIFILAR CGBT**

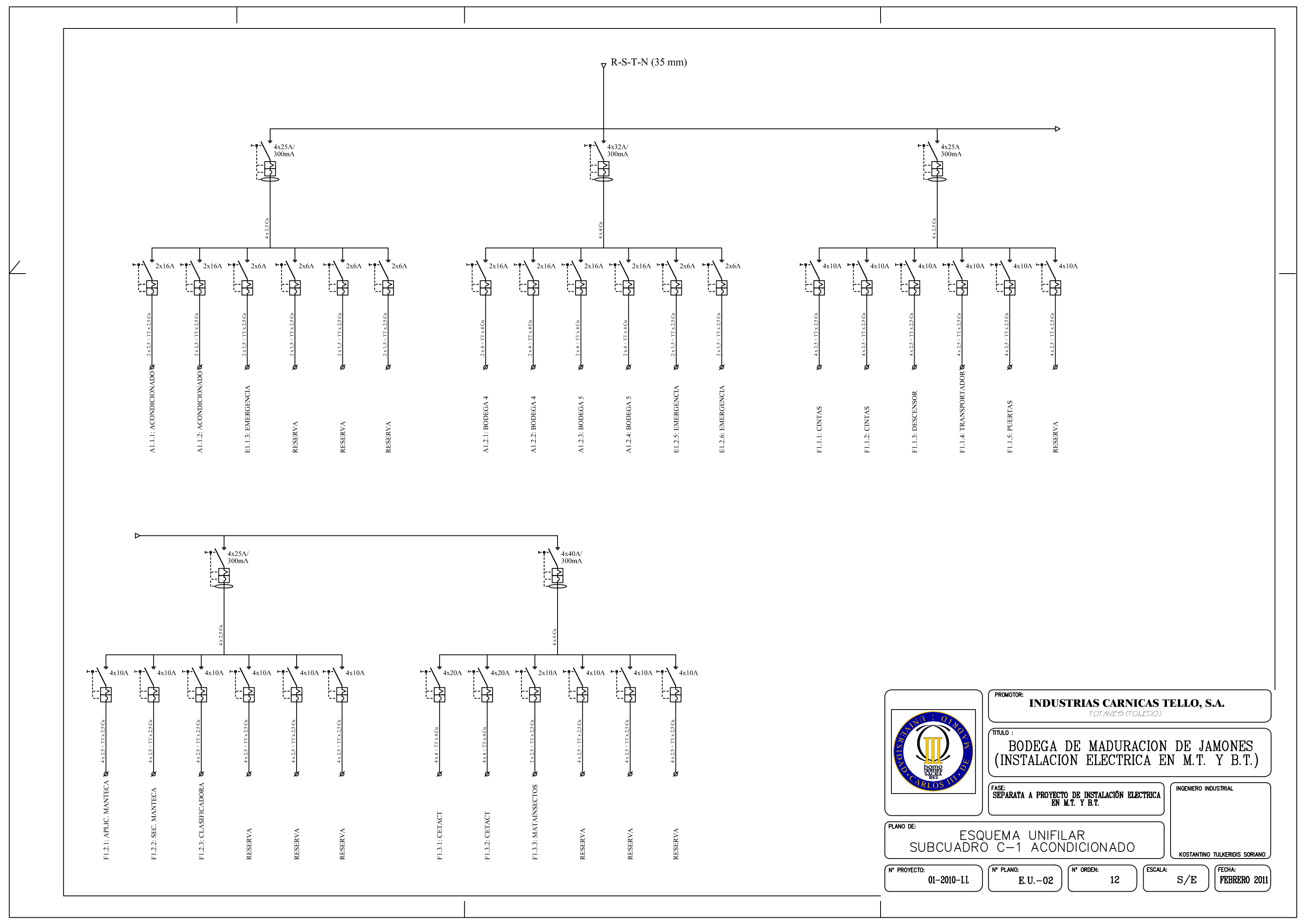
N° PROYECTO:  
**01-2010-I.I.**

N° PLANO:  
**E.U.-01**

N° ORDEN:  
**11**

ESCALA:  
**S/E**

FECHA:  
**FEBRERO 2011**



PROMOTOR: **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TITULO : **BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE: **SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA**  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE: **ESQUEMA UNIFILAR**  
**SUBCUADRO C-1 ACONDICIONADO**

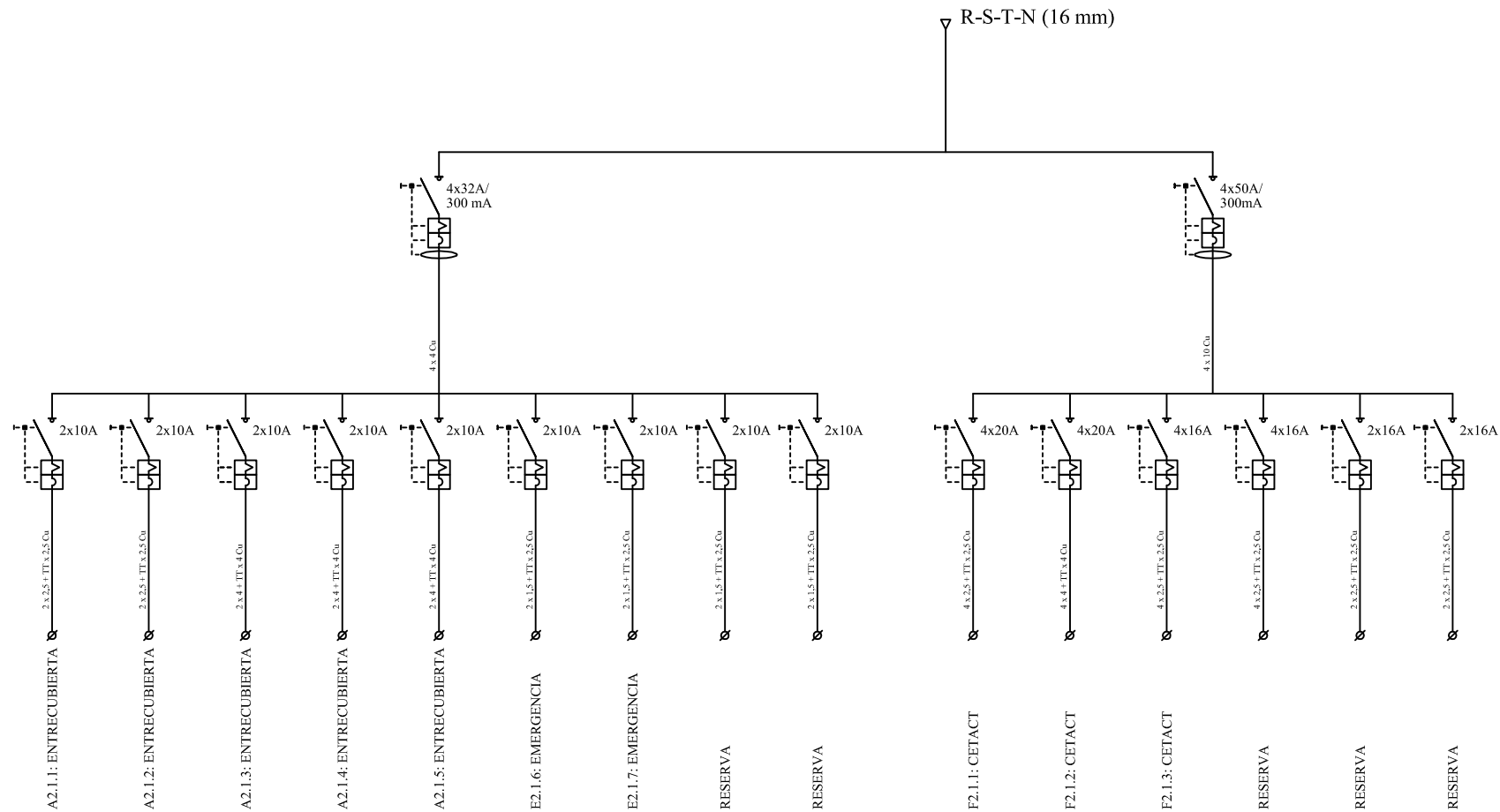
Nº PROYECTO: **01-2010-11.**

Nº PLANO: **E.U.-02**

Nº ORDEN: **12**

ESCALA: **S/E**

FECHA: **FEBRERO 2011**



PROMOTOR: **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TITULO : **BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE: **SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA**  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

PLANO DE: **ESQUEMA UNIFILAR**  
**SUBCUADRO C-2 ENTRECUBIERTA**

KONSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

N° PROYECTO: **01-2010-L1**

N° PLANO: **E.U.-03**

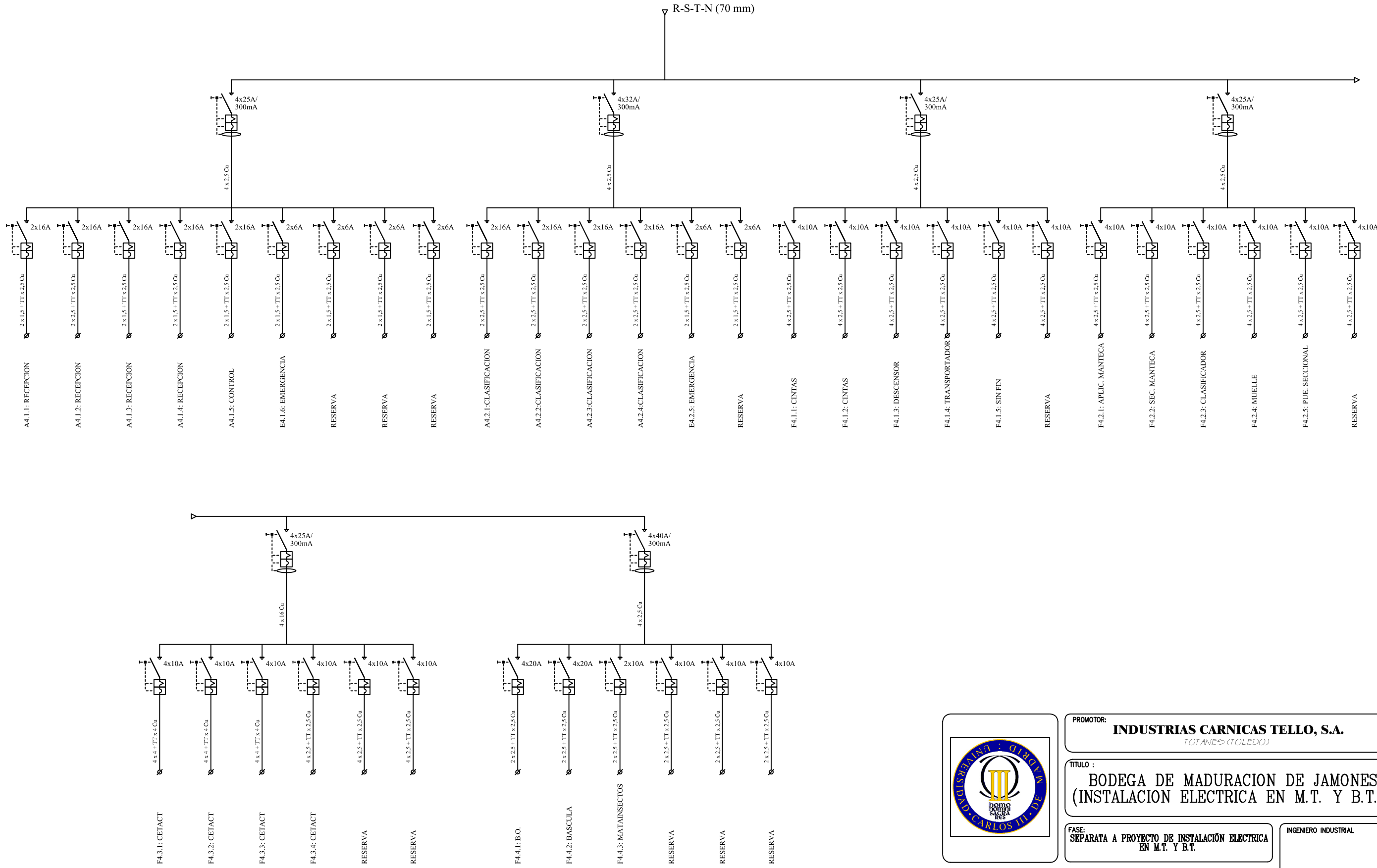
N° ORDEN: **13**

ESCALA: **S/E**

FECHA: **FEBRERO 2011**







PROMOTOR: **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TITULO : **BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE: **SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA**  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE: **ESQUEMA UNIFILAR**  
SUB. C-4 RECEPCION Y ACONDICIONADO

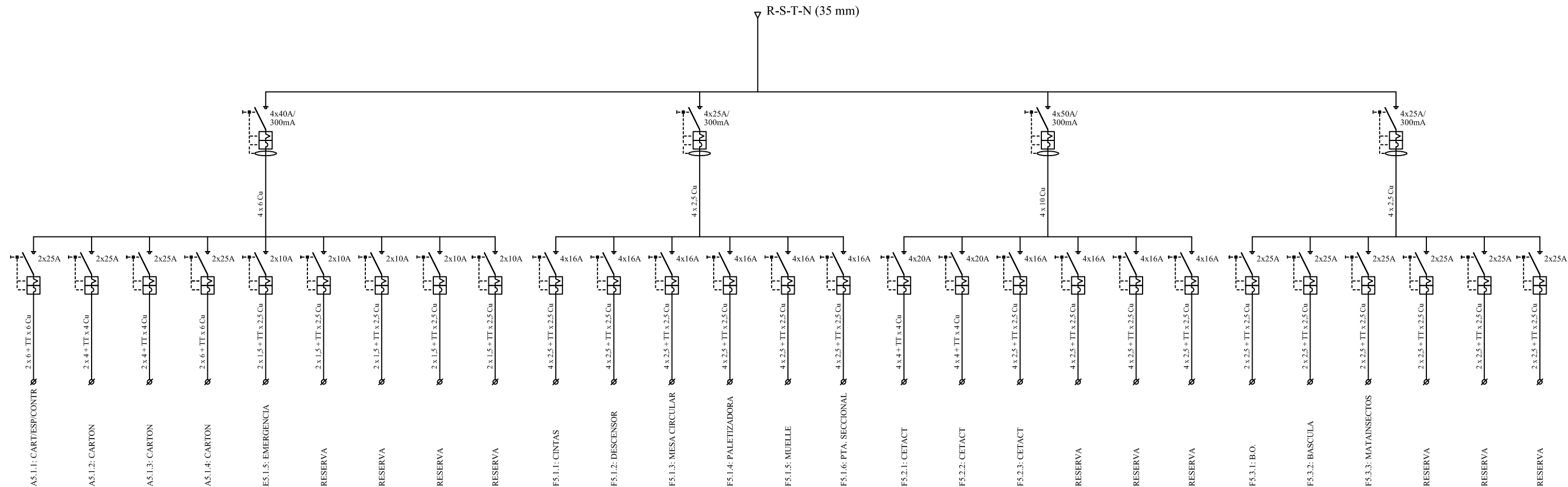
Nº PROYECTO: **01-2010-LI.**

Nº PLANO: **E.U.-05**

Nº ORDEN: **15**

ESCALA: **S/E**

FECHA: **FEBRERO 2011**



PROMOTOR:  
**INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
*TOTANES (TOLEDO)*

TITULO :  
**BODEGA DE MADURACION DE JAMONES  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)**

FASE:  
**SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA  
EN M.T. Y B.T.**

INGENIERO INDUSTRIAL

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

PLANO DE:  
**ESQUEMA UNIFILAR  
SUBCUADRO C-5 EXPEDICION**

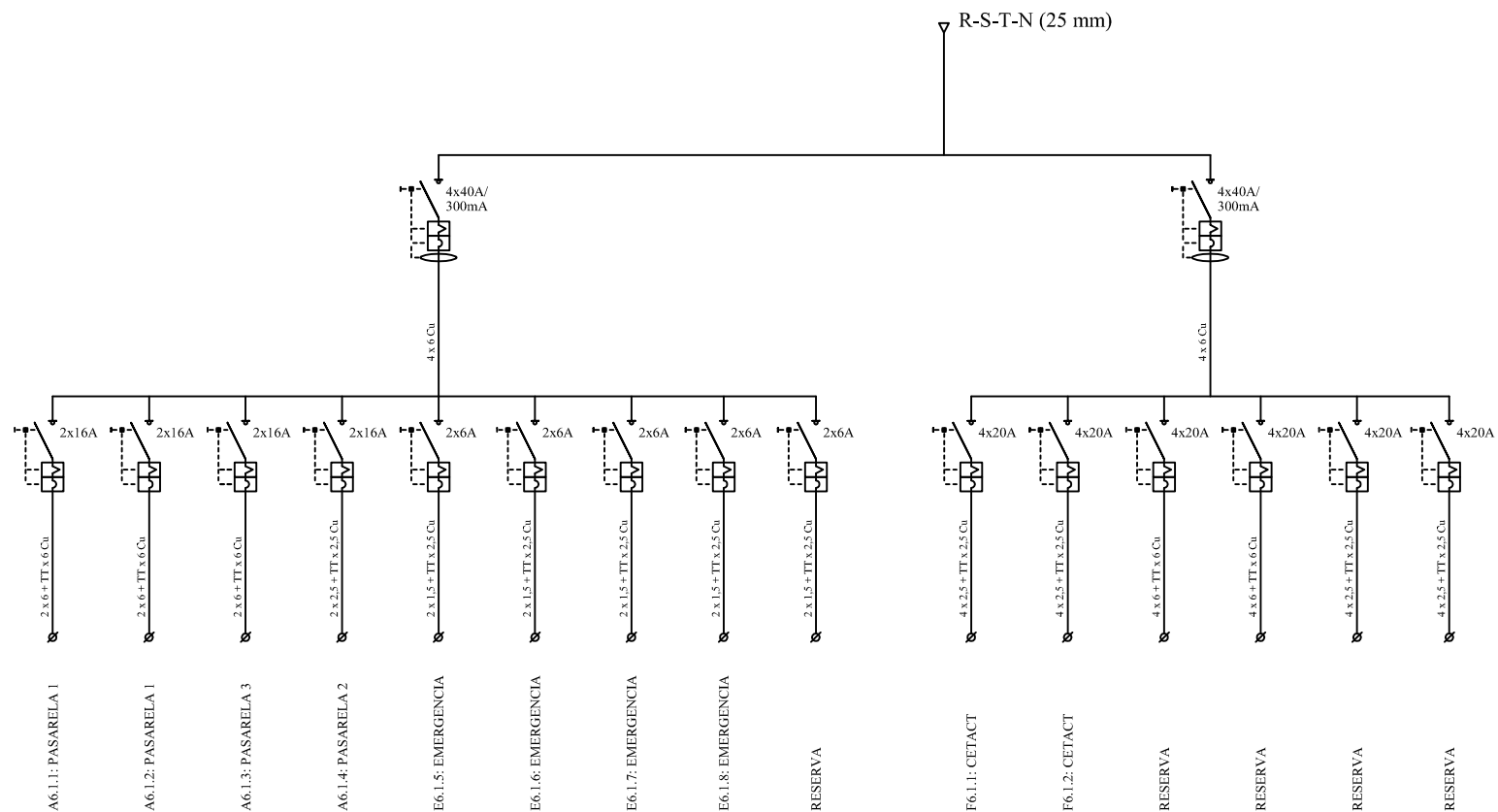
Nº PROYECTO:  
**01-2010-LI.**

Nº PLANO:  
**E.U.-06**

Nº ORDEN:  
**16**

ESCALA:  
**S/E**

FECHA:  
**FEBRERO 2011**



PROMOTOR: **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TÍTULO : **BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE: **SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA**  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

PLANO DE: **ESQUEMA UNIFILAR**  
SUB. C-6 PASARELA Y ENTRECUBIERTA

KOSTANTINO TULKERIDIS SORIANO

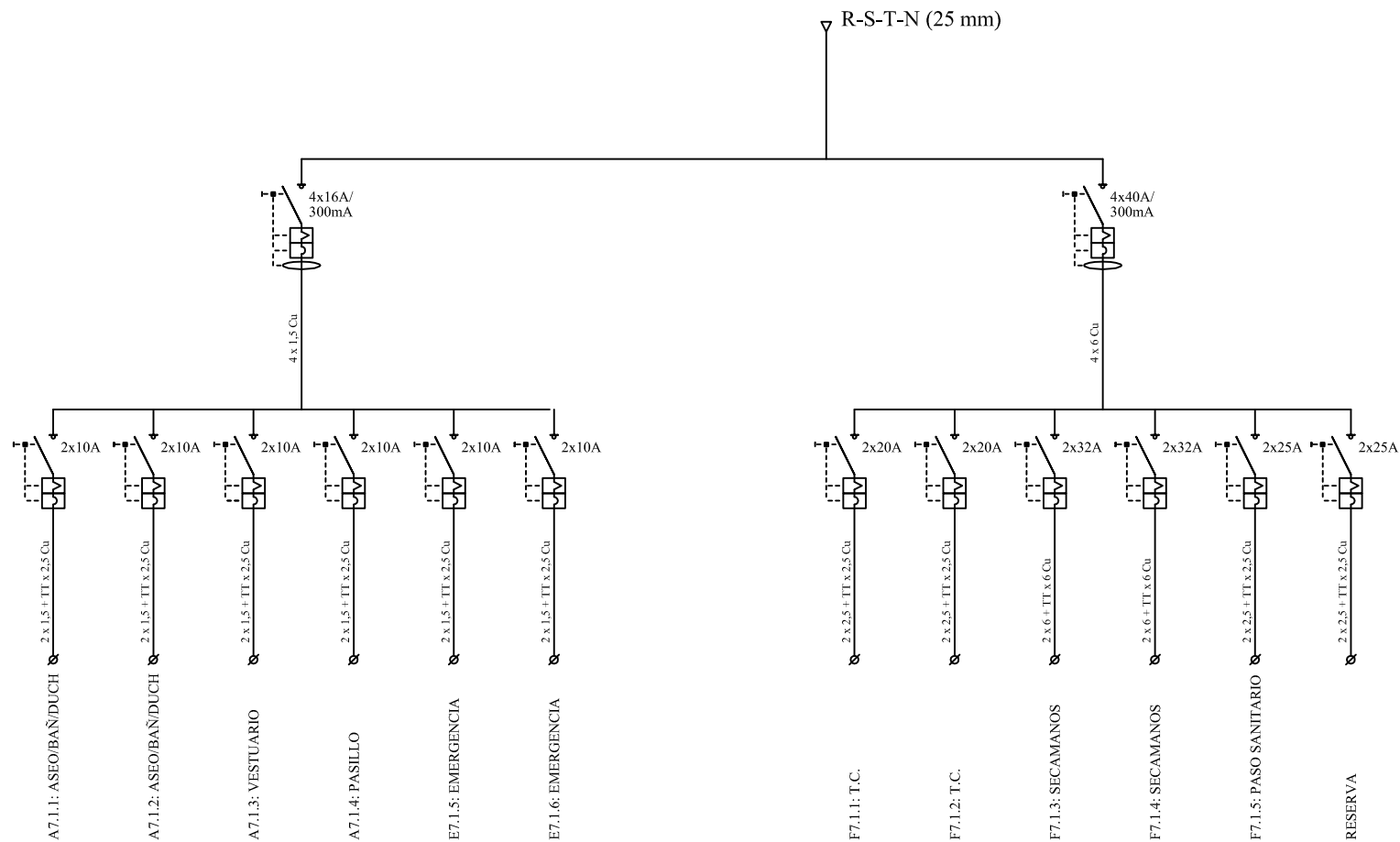
Nº PROYECTO: **01-2010-L1**

Nº PLANO: **E.U.-07**

Nº ORDEN: **17**

ESCALA: **S/E**

FECHA: **FEBRERO 2011**



PROMOTOR: **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**  
TOTANES (TOLEDO)

TÍTULO : **BODEGA DE MADURACION DE JAMONES**  
(INSTALACION ELECTRICA EN M.T. Y B.T.)

FASE: **SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN ELECTRICA**  
EN M.T. Y B.T.

INGENIERO INDUSTRIAL

PLANO DE: **ESQUEMA UNIFILAR**  
SUBCUADRO C-7 VESTUARIOS

KOSTANTINO TALKERDIS SORIANO

Nº PROYECTO: **01-2010-L1**

Nº PLANO: **E.U.-08**

Nº ORDEN: **18**

ESCALA: **S/E**

FECHA: **FEBRERO 2011**

# PLIEGO DE CONDICIONES

## INDICE – Pliego de Condiciones

<b>1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.</b>	<b>212</b>
1.1. Ámbito de aplicación.	212
1.2. Disposiciones generales.	212
1.3. Condiciones facultativas legales.	212
1.4. Seguridad en el trabajo.	213
1.5. Seguridad pública.	214
1.6. Organización del trabajo.	214
1.6.1. Datos de la obra.	214
1.6.2. Replanteo de la obra.	214
1.6.3. Condiciones generales.	215
1.7. Planificación y coordinación.	215
1.8. Acopio de materiales.	216
1.9. Inspección y medidas previas al montaje.	216
1.10. Planos, catálogos y muestras.	217
1.11. Variaciones de proyecto y cambio de materiales.	217
1.12. Cooperación con otros instaladores.	218
1.13. Protección.	218
1.14. Limpieza de la obra.	219
1.15. Andamios y aparejos.	219
1.16. Obras de albañilería.	219
1.17. Energía eléctrica y agua.	219
1.18. Ruidos y vibraciones.	220
1.19. Accesibilidad.	220
1.20. Canalizaciones.	220
1.21. Manguitos pasamuros.	221
1.22. Protección de partes en movimiento.	221
1.23. Protección de los elementos a temperatura elevada.	222
1.24. Cuadros y líneas eléctricas.	222
1.25. Pinturas y colores.	222
1.26. Identificación.	222
1.27. Pruebas.	223
1.28. Pruebas finales.	223
1.29. Recepción provisional.	224
1.30. Periodos de garantía.	225
1.31. Recepción definitiva.	225
1.32. Permisos.	225
1.33. Entrenamiento.	225
1.34. Repuestos, herramientas y útiles específicos.	225
1.35. Subcontratación de la obras.	226
1.36. Riesgos.	226
1.37. Rescisión del contrato.	226
1.38. Precios.	227
1.39. Pago de obra.	227
1.40. Abono de materiales acopiados.	228
1.41. Disposición final.	228

<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.</b>	<b>229</b>
<b>2.1. Dimensionado de los conductores y sus protecciones a los efectos de las sobreintensidades.</b>	<b>229</b>
2.1.1. Los conductores de protección PE.	229
2.1.2. Conexiones.	229
2.1.3. Dimensionamiento.	231
2.1.4. Conductor de protección entre el transformador MT/BT, la unión equipotencial principal y el CGBT.	233
2.1.5. Dimensionado del conductor neutro.	235
2.1.6. Principios de la protección de los circuitos contra las sobreintensidades.	235
<b>2.2. Las medidas de protección a los efectos de las sobretensiones transitorias.</b>	<b>244</b>
2.2.1. Las sobretensiones transitorias atmosféricas.	244
2.2.2. Disposiciones para controlar las sobretensiones.	245
2.2.3. Elección de los materiales en la instalación.	245
2.2.4. Sobretensiones de maniobra.	246
2.2.5. Solicitaciones de aislamiento de los materiales para circuitos de BT.	246
<b>2.3. Medidas de protección contra los contactos directos e indirectos.</b>	<b>246</b>
<b>2.4. Medidas de protección contra los contactos directos.</b>	<b>247</b>
2.4.1. Protección por aislamiento de las partes activas.	248
2.4.2. Protección por medio de obstáculos.	248
2.4.3. Protección por medio de barreras o envolventes.	249
2.4.4. Protección por puesta fuera del alcance por alejamiento.	250
2.4.5. Protección complementaria por dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.	250
<b>2.5. Protección contra los contactos indirectos.</b>	<b>250</b>
2.5.1. Medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático de la alimentación.	250
2.5.1.1. Protección empleando materiales de la clase II o mediante aislamiento equivalente.	250
2.5.1.2. Protección en los locales (o emplazamientos) no conductores.	253
2.5.1.3. Protección mediante separación eléctrica.	254
2.5.2. Medidas de protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación.	256
2.5.2.1. Interrupción de la alimentación.	256
2.5.2.2. Puestas a tierra y conductores de protección.	257
2.5.2.2.1. Conexiones equipotenciales.	257
2.5.2.2.2. Conexión equipotencial principal.	258
2.5.2.2.3. Conexión equipotencial complementaria.	258
<b>2.6. Coordinación de los materiales eléctricos y de las medidas de protección con la instalación eléctrica.</b>	<b>261</b>
<b>2.7. Compensación automática de la energía reactiva.</b>	<b>261</b>
2.7.1. Constitución del equipo de compensación automático.	261
2.7.2. Instalación de la batería para la compensación en un embarrado alimentado por varios transformadores.	262
2.7.3. La programación de un regulador.	263
2.7.4. Relación C/K.	263

2.7.5. Recomendaciones de instalación de las baterías de condensadores.	264
2.7.5.1. Dimensionado de los cables.	264
2.7.5.2. Conexión del TI.	264
2.7.6. Esquema tipo de conexión baterías automáticas.	265
2.8. Aparataje de protección contra sobreintensidades.	266
2.8.1. Las funciones de los interruptores automáticos.	266
2.8.2. La norma UNE 60947-2.	266
2.8.3. Coordinación entre interruptores.	269
2.8.3.1. La selectividad.	269
2.8.3.2. Técnicas de selectividad.	270
2.8.3.2.1. Selectividad amperimétrica.	270
2.8.3.2.2. Las reglas de selectividad.	271
2.9. Cuadros generales de distribución de BT.	272
2.9.1. Armarios centralizados de los indicadores de medida de las cargas o receptores.	272
2.10. Calidad de los materiales CT.	273
2.10.1. Obra civil	273
2.10.2. Aparataje de Media Tensión	274
2.10.3. Transformadores de potencia	274
2.10.4. Equipos de medida	274
2.10.5. Puesta en servicio y mantenimiento.	275
2.10.6. Normas de ejecución de las instalaciones	275
2.10.7. Pruebas reglamentarias	275
2.10.8. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	276
2.10.9. Certificados y documentación	276
2.10.10. Libro de órdenes	276

## ANEXO I

3. Estudio Básico de Seguridad y Salud.	277
3.1. Preliminares.	277
3.2. Memoria.	278
3.2.1. Datos de la obra.	278
3.2.1.1. Situación de la instalación a realizar.	278
3.2.1.2. Topografía y entorno.	278
3.2.1.3. Instalaciones a realizar.	279
3.2.1.4. Presupuesto de ejecución de la contrata de la obra.	279
3.2.1.5. Duración de la obra y numero de trabajadores punta.	279
3.2.1.6. Materiales previstos en la construcción.	279
3.2.1.7. Datos del encargante.	279
3.2.1.8. Técnico redactor del estudio básico de seguridad y salud.	280
3.2.2. Consideraciones generales de riesgos.	280
3.2.2.1. Situación de la obra.	280
3.2.2.2. Topografía y entorno.	280
3.2.2.3. Instalaciones a realizar.	280
3.2.2.4. Presupuesto de seguridad y salud.	280
3.2.2.5. Duración de la obra y numero de trabajadores punta.	280
3.2.2.6. Materiales previstos en la instalación, peligrosidad y toxicidad.	280



<b>3.2.3. Fases de la instalación.</b>	<b>280</b>
<b>3.2.4. Análisis y prevención del riesgo en las fases de obra.</b>	<b>281</b>
<b>3.2.4.1. Procedimientos y equipos técnicos a utilizar.</b>	<b>281</b>
<b>3.2.4.2. Tipos de riesgos.</b>	<b>281</b>
<b>3.2.4.3. Medidas preventivas en la organización del trabajo.</b>	<b>282</b>
<b>3.2.4.4. Protecciones colectivas.</b>	<b>282</b>
<b>3.2.4.5. Protecciones personales.</b>	<b>283</b>
<b>3.2.5. Análisis y prevención de los riesgos en los medios y en la maquinaria.</b>	<b>283</b>
<b>3.2.5.1. Medios auxiliares.</b>	<b>283</b>
<b>3.2.5.2. Maquinaria y herramientas.</b>	<b>284</b>
<b>3.2.6. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.</b>	<b>284</b>
<b>3.2.7. Cálculos de los medios de seguridad.</b>	<b>285</b>
<b>3.2.8. Medicina preventiva y primeros auxilios.</b>	<b>285</b>
<b>3.2.9. Formación sobre seguridad.</b>	<b>285</b>

### INDICE de Tablas

<b>Tabla 3.1</b> - Referentes para la elección de los conductores de protección.	230
<b>Tabla 3.2</b> - Sección mínima de los conductores de protección.	231
<b>Tabla 3.3</b> - Secciones mínimas de los conductores de protección y de puesta a tierra.	232
<b>Tabla 3.4</b> - Energía máxima capaz de soportar un conductor sin alterar sus propiedades.	233
<b>Tabla 3.5</b> - Valores más usuales del factor K para los conductores de protección.	233
<b>Tabla 3.6</b> - Sección de los conductores de protección, protegidos en MT, en función de la potencia del transformador, la naturaleza del conductor y el tiempo de extinción del cortocircuito del dispositivo de protección.	234
<b>Tabla 3.7</b> - Aplicación de las prescripciones enunciadas en el apartado C.	244
<b>Tabla 3.8</b> - Tensiones asignadas a la resistencia a los choques eléctricos, prescritas para los materiales.	245
<b>Tabla 3.9</b> - Solicitaciones de aislamiento de los materiales para circuitos de BT.	246
<b>Tabla 3.10</b> - Tiempos de interrupción máximo en el caso de dos defectos francos.	255
<b>Tabla 3.11</b> - Clasificación de los materiales en función de su aislamiento y su utilización.	261
<b>Tabla 3.12</b> - Principales características del anexo K de la UNE 60974-2.	268

### INDICE de Figuras

<b>Figura 3.1</b> - Gráfico de relación de la corriente de empleo y la de desconexión de los interruptores automáticos.	236
<b>Figura 3.2</b> - Formas de quedar protegido I.	238
<b>Figura 3.3</b> - Formas de quedar protegido (II), (III) y (IV).	238
<b>Figura 3.4</b> - Emplazamiento del dispositivo de protección.	239
<b>Figura 3.5</b> - Ramales sin necesidad de protección.	240
<b>Figura 3.6</b> - Método para realizar desplazamientos de los dispositivos de protección.	241
<b>Figura 3.7</b> - Curva de la tensión de contacto máxima en función del tiempo de contacto.	260
<b>Figura 3.8</b> - Instalación de la batería para la compensación en un embarrado alimentado por varios transformadores.	263
<b>Figura 3.9</b> - Esquema de conexión del voltímetro.	264
<b>Figura 3.10</b> - Esquema de conexión del Transformador de Intensidad.	265
<b>Figura 3.11</b> - Esquema tipo de conexión baterías automáticas.	266
<b>Figura 3.12</b> - Grafico de principales características del anexo K de la UNE 60974-2.	268
<b>Figura 3.13</b> - Curvas de desconexión.	270

## **1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.**

### **1.1. Ámbito de aplicación.**

Este pliego de condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

### **1.2. Disposiciones generales.**

El instalador está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24.042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Instalador deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

### **1.3. Condiciones facultativas legales.**

Las instalaciones del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- R.D. nº 8.442/2.002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.D. 3.275/1.982 de 12 de noviembre sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1.984, de 18 de octubre de 1.984 y de 27 de noviembre de 1.987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- R.D. 1.955/2.000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Decreto 363/2.004, de 24 de Agosto por el cual se regúlale procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones: IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.
- R.D. 486/1.997, de 14 Abril Anexo IV: Reglamentación de iluminación en los lugares de trabajo.

- R.D. 2.267/2.004 De 3 de diciembre de 2.004, sobre seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D 1.942/1.993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 314/2.006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº 74, de 28 de marzo.
- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D.1.627/1.997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1.997 de 14 de abril de 1.997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D.1.215/1.997 de 18 de julio de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1.997 de 30 de mayo de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.4. Seguridad en el trabajo.**

El Instalador está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la *Ley 31/1.995, de 8 de noviembre*, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### **1.5. Seguridad pública.**

El Instalador deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Instalador mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Instalador o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **1.6. Organización del trabajo.**

El Instalador ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

#### **1.6.1. Datos de la obra.**

Se entregará al Instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Éste no podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Además se hará responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

No se harán por el Instalador alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### **1.6.2. Replanteo de la obra.**

El Director de Obra, una vez que el Instalador esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Instalador las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Instalador.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Instalador.

### **1.6.3. Condiciones generales.**

El Instalador deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Instalador deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este pliego de condiciones, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Instalador suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones. En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

### **1.7. Planificación y coordinación.**

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Instalador deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación de electricidad.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control y de gestión de energía eléctrica.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la instalación, el Instalador, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la Dirección facultativa para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros instaladores correrá a cargo de la Dirección facultativa, o persona o entidad delegada por la misma.

### **1.8. Acopio de materiales.**

De acuerdo con el plan de obra, el Instalador irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Instalador quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La Dirección facultativa tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este pliego de condiciones y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la Dirección facultativa tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Instalador. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Instalador, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la Dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del instalador todos los gastos ocasionados.

### **1.9. Inspección y medidas previas al montaje.**

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Instalador deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el instalador deberá notificar las anomalías a la dirección facultativa para las oportunas rectificaciones.

**1.10. Planos, catálogos y muestras.**

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles del Proyecto técnico de instalaciones.

El instalador deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieran con los elementos de otros instaladores. En caso de conflicto, la decisión de la Dirección facultativa será inapelable.

El Instalador deberá someter a la Dirección facultativa, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la Dirección facultativa.

En algunos casos y a petición de la Dirección facultativa, el Instalador deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Instalador deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la Dirección facultativa con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros Instaladores.

La aprobación por parte de la Dirección facultativa de planos, catálogos y muestras no exime al Instalador de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

**1.11. Variaciones de proyecto y cambio de materiales.**

El Instalador podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la Dirección facultativa, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La Dirección facultativa evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la



totalidad o parte del proyecto técnico de instalaciones, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la Dirección facultativa durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Instalador después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

#### **1.12. Cooperación con otros instaladores.**

El Instalador deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Instalador pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

#### **1.13. Protección.**

El Instalador deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislante, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Instalador será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

**1.14. Limpieza de la obra.**

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Instalador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías...).

**1.15. Andamios y aparejos.**

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

**1.16. Obras de albañilería.**

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Instalador siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección facultativa.

**1.17. Energía eléctrica y agua.**

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Instalador para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la Actividad interesada (el cliente), salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica al cliente antes de tomar posesión de la obra.

**1.18. Ruidos y vibraciones.**

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la Dirección facultativa, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la Dirección facultativa y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

**1.19. Accesibilidad.**

El Instalador hará conocer a la Dirección facultativa, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos.

A este respecto, el contratista deberá cooperar con la empresa instaladora y los otros Instaladores, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante. El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

**1.20. Canalizaciones.**

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

#### **1.21. Manguitos pasamuros.**

El Instalador deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Instalador será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán contruidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

#### **1.22. Protección de partes en movimiento.**

El contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

**1.23. Protección de los elementos a temperatura elevada.**

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

**1.24. Cuadros y líneas eléctricas.**

El Instalador suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Instalador suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400V entre fases y 230V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

**1.25. Pinturas y colores.**

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la Dirección facultativa.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

**1.26. Identificación.**

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo.

En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inamovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

#### **1.27. Pruebas.**

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

#### **1.28. Pruebas finales.**

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la Dirección facultativa cuando así se requiera.

**1.29. Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras a petición del Instalador se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de a Dirección facultativa y del representante del Instalador, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por la Dirección facultativa y el representante del Instalador, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Instalador deberá entregar a la Dirección facultativa la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de ubicación de los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Los Manuales de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La Dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la Dirección facultativa y el Instalador.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Instalador las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Instalador.

Si el Instalador no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

**1.30. Periodos de garantía.**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

**1.31. Recepción definitiva.**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Instalador levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Instalador y ratificada por el Contratante y el Instalador.

**1.32. Permisos.**

El Instalador junto con la Dirección facultativa, deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

**1.33. Entrenamiento.**

El Instalador deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y calificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

**1.34. Repuestos, herramientas y útiles específicos.**

El Instalador incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.



**1.35. Subcontratación de la obras.**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

**1.36. Riesgos.**

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

**1.37. Rescisión del contrato.**

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Instalador, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la Dirección facultativa.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

### **1.38. Precios.**

El Instalador deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Instalador elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberá coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Instalador deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

### **1.39. Pago de obra.**

El pago de obras realizadas se hará a término de las mismas debido a la duración estimada de estas (unos 7 días). En caso de prolongarse estas por un periodo superior a 30 días, se abonarán las certificaciones mensuales de las mismas. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Instalador las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no

suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

**1.40. Abono de materiales acopiados.**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Instalador será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Instalador se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

**1.41. Disposición final.**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.**

### **2.1. Dimensionado de los conductores y sus protecciones a los efectos de las sobreintensidades.**

#### **2.1.1. Los conductores de protección PE.**

Aseguran la interconexión de las masas de los elementos utilizados en una instalación de BT y la conducción de las corrientes de fuga. Están unidos a tierra a través de uno o varios puentes a la “línea de tierra”.

La toma de tierra de cada elemento debe poderse desconectar para poder efectuar la medición de la resistencia a tierra.

Los conductores deben:

- Identificarse con una doble coloración, verde y amarillo, si son aislados.
- Protegerse de los impactos mecánicos y de los efectos químicos.
- Situarse en la misma trayectoria (camino, conducción) que los conductores de fase correspondientes, sobre todo en los esquemas de régimen TN e IT.

#### **2.1.2. Conexiones.**

##### **Los conductores de protección (símbolo PE):**

- No deben albergar aparatos de corte o seccionamiento (cortacircuitos, seccionadores, interruptores automáticos, relés, etc.).
- Deben unir las masas en paralelo, nunca en serie.
- En los cuadros debe preverse una borna para el conductor de protección PE.

##### **Régimen de Neutro**

Los conductores de protección PE o PEN deben instalarse al lado de los de las fases, sin interposición de materiales ferromagnéticos. Siempre debe estar embornado al borne de masa de un receptor.

Tipos:

Los materiales que se referencian en el cuadro adjunto pueden utilizarse como conductores de protección, pero respetando las condiciones propias de instalación de los conductores de protección.

Tipo de conductor de protección		Régimen IT	Régimen TN	Régimen TT	Condiciones de instalación
Conductor suplementario	Formando parte del conductor activo 3f+n+PE o utilizando la carcasa de la conducción	Muy adecuado	Muy adecuado	Bueno	El conductor de protección debe estar aislado con la misma calidad de las fases
	Independiente de los conductores de fase	Posible (1)	Posible (1) (2)	Bueno	El conductor de protección puede no estar aislado (2)
Envolturas metálicas de las canalizaciones prefabricadas (5)		Posible (3)	PE posible (3) PEN (8)	Bueno	La continuidad eléctrica debe estar asegurada contra los efectos mecánicos, químicos y electroquímicos
Protección exterior de los conductores blindados con aislamiento mineral		Posible (3)	PE posible (3) PEN desaconsejable (2) (3)	Posible	
Ciertos elementos conductores (6) tales como: Armaduras Bancadas de máquinas Conducciones de agua (7)		Posible (4)	PE posible (4) PEN prohibido	Posible	Su conductividad debe ser suficiente
Bandejas o tubos metálicos conductores de cables		Posible (4)	PE posible (4) PEN desaconsejable (2) (4)	Posible	

Prohibidos: las conducciones metálicas, las de gas y calefacción, los blindajes de cables

**Tabla 3.1** - Referentes para la elección de los conductores de protección.

(1) El esquema TN e IT, la eliminación de los defectos de aislamiento, es generalmente confiado a los dispositivos de protección de sobrecorriente (interruptores automáticos o fusibles); la impedancia de los bucles de los circuitos de fuga debe asegurarse que sea lo más baja posible. La mejor forma de poder lograr este objetivo es la utilización de un conductor suplementario, formando parte de la misma conducción (o utilizando la carcasa de la conducción de los conductores activos).

(2) El conductor PEN, por realizar al mismo tiempo la función de conductor neutro, puede ser recorrido habitualmente por una intensidad importante. Por tanto, es recomendable utilizarlo aislado.

(3) El constructor debe indicar los valores de R y X de las impedancias (fase/PE, fase/PEN). Esta información nos permite asegurar el cálculo del bucle de defecto.

(4) Posibles pero desaconsejables, puesto que las impedancias de los bucles de defecto no pueden ser conocidas en el momento del proyecto. Sólo las mediciones de campo nos permiten conocer las impedancias de los bucles de defecto.

(5) Debe permitir el embornado de otros conductores de protección.

**Atención:** estos elementos deben identificarse como conductores de protección, por medio de indicadores visuales de color verde-amarillo, de 15 a 100 mm de longitud, o con las letras PE a 15 cm de los extremos.

(6) Estos elementos no deben ser desmontables y, en tal caso, deben ser sustituidos, automáticamente, por elementos que garanticen la continuidad de la protección.

(8) En las canalizaciones prefabricadas, la envoltura metálica puede ser utilizada como conductor de protección PEN.

### 2.1.3. Dimensionamiento.

La tabla H1-3-044 es un sinóptico de la norma UNE 20.460, prevé dos métodos de dimensionado de los conductores de protección (válidos para los conductores de protección y conductores de puesta a tierra).

#### El método adiabático (económico)

Asegura la calidad de la protección, ahorrando al máximo las secciones de los conductores que, generalmente, resultan débiles en relación a las secciones de fase.

Estos resultados son incompatibles con los regímenes TN e IT por su elevada impedancia de los bucles de defecto.

Así, estas soluciones sólo son válidas generalmente para:

- Regímenes TT.
- El cálculo de líneas de puesta a tierra.

#### El método simple (valores superiores)

Consiste en utilizar la tabla H1-3-044, donde los conductores de protección son función de la sección del conductor de fase, en igualdad de resistividades de los conductores.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

**Tabla 3.2** – Sección mínima de los conductores de protección

En caso de utilizar conductores de diferente naturaleza, las secciones a utilizar han de ser de resistividad equivalente a la correspondiente a la de la misma naturaleza:

- En un esquema TT, si se trata de una conexión en BT a la red de distribución, la puesta a tierra del abonado no es la misma del transformador de MT/BT.

En estos casos, puede recomendarse una sección mínima del conductor de protección de 25 mm<sup>2</sup> en Cu o de 35 mm<sup>2</sup> en Al.

- El neutro y el conductor de protección no pueden confundirse si la sección del PEN es mayor a 10 mm<sup>2</sup> Cu o 16 mm<sup>2</sup> Al.

Sección del conductor de fase $S_f$ , mm <sup>2</sup>	Sección del conductor de protección		Sección del conductor de protección PEN	Sección de los conductores de la toma de tierra, entre la toma de tierra y el borne principal de toma de tierra
	Cu	Al		
Método simple	< 16	< 16	$S_{PE} = S_f^{(1)}$	Protegidos mecánicamente $S_{PE} = \frac{I \sqrt{t}}{Kt}$
		25	$S_{PE} = 16$	
	25, 35	35	$S_{PE} = \frac{S_f}{2}$ a $S_f^{(3)}$	Sin protección mecánica, pero con protección contra la corrosión. La sección mínima será de 16 mm <sup>2</sup> Cu o 25 mm <sup>2</sup> acero galvanizado
	> 35	> 35	mínimo 10 mm <sup>2</sup> Cu o 16 mm <sup>2</sup> Al	
Método adiabático	Cualquiera		$S_{PE} = \frac{I \sqrt{t}}{Kt}$	Sin protección mecánica y sin protección contra la corrosión. La sección mínima será de 25 mm <sup>2</sup> Cu o 50 mm <sup>2</sup> acero galvanizado

**Tabla 3.3** - Secciones mínimas de los conductores de protección y de puesta a tierra.

(1) En el caso que el conductor PE no forme parte de la conducción activa, deben respetarse una secciones mínimas:

2,5 mm<sup>2</sup>, si el conductor está protegido mecánicamente.

4 mm<sup>2</sup>, si el conductor no está protegido mecánicamente.

(2) Ver la tabla para la aplicación de la fórmula.

(3) Forma de respetar las condiciones indicadas en la introducción y en la misma tabla.

- Los conductores de protección PEN no pueden ser conductores flexibles.
- Si el conductor de protección PEN asegura la función de neutro, su sección no puede ser inferior a la necesaria a su función de neutro.
- Esta sección no puede ser inferior a la de las fases si:
  - La potencia de los receptores monofásicos sobrepasa la potencia total.
  - La  $I$  máx., susceptible de circular por el neutro en servicio normal, es  $< I$  admisible.

La protección contra los cortocircuitos debe estar asegurada por la protección de las fases.

Energía máxima capaz de soportar un conductor sin alteración de sus propiedades $I^2t$ (en $A^2s \cdot 10^6$ )				
S (mm <sup>2</sup> )	PVC		PR	
	Cu	Al	Cu	Al
K	115	76	143	94
K <sup>2</sup>	13.225	5.776	20.449	8.836
1,5	0,0297	0,0130	0,0460	0,0199
2,5	0,0826	0,0361	0,1278	0,0552
4	0,2116	0,0924	0,3272	0,1414
6	0,4761	0,2079	0,7362	0,3181
10	1,3225	0,5776	2,0450	0,8836
16	3,3856	1,4796	5,2350	2,2620
25	8,2656	3,6100	12,7806	5,5225
35	16,2006	7,0756	25,0500	10,8241
50	29,8390	13,0320	46,1330	19,9360

Tabla 3.4 – Energía máxima capaz de soportar un conductor sin alterar sus propiedades.

Valor de K	Naturaleza del aislamiento	
	PVC	PR EPR
Temperatura final (°C)	160	250
Conductores aislados no incorporados a los cables activos	Temperatura inicial 0 inicial = 30 °C	Temperatura inicial 0 inicial = 30 °C
Conductores desnudos en contacto con conductores aislados		
Cobre	143	176
Aluminio	95	116
Acero	52	64
Conductores constitutivos de un cable multiconductor	Temperatura inicial 0 inicial = 30 °C	Temperatura inicial 0 inicial = 30 °C
Cobre	115	143
Aluminio	76	94

Tabla 3.5 - Valores más usuales del factor K para los conductores de protección.

#### 2.1.4. Conductor de protección entre el transformador MT/BT, la unión equipotencial principal y el CGBT.

##### Los conductores instalados aguas arriba del interruptor general de BT.

Son protegidos por los dispositivos de protección de MT. Por tanto, deben ser dimensionados en función del tipo de protección y el calibrado de la misma.

- La tabla H1-3-044, nos establece los valores de la sección del conductor de protección, en función de la protección, teniendo en cuenta:
  - La potencia nominal del transformador MT/BT (P en kVA).



- El tiempo de eliminación de la corriente de cortocircuito por la protección de MT (tiempo en segundos).
- El aislamiento y la naturaleza del material del conductor de protección.
- Si la protección de MT se realiza con fusibles, utilizaremos las columnas 0,2 s.
- Si la protección de MT se realiza con interruptores automáticos, utilizaremos las columnas 0,5 s.

Sección del conductor de protección, protegido desde MT											
P. transformador (kVA)		Naturaleza del conductor	Conductores desnudos			Conductores aislados					
Tensión BT		Cu t(s)	0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s	
127/ 220 V	230/ 400 V	Al t(s)		0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s		0,2 s	0,5 s
< 63	< 100	Sección de los conductores de protección $S_{PE}$ (mm <sup>2</sup> )	25	25	25	25	25	25	25	25	25
100	160		25	25	35	25	25	50	25	25	35
125	200		25	35	50	25	35	50	25	25	50
160	250		25	35	70	35	50	70	25	35	50
200	315		35	50	70	35	50	95	35	50	70
250	400		50	70	95	50	70	95	35	50	95
315	500		50	70	120	70	95	120	50	70	95
400	630		70	95	150	70	95	150	70	95	120
500	800		70	120	150	95	120	185	70	95	150
630	1.000		95	120	185	95	120	185	70	120	150
800	1.250		95	150	185	120	150	240	95	120	185

**Tabla 3.6** - Sección de los conductores de protección, protegidos en MT, en función de la potencia del transformador, la naturaleza del conductor y el tiempo de extinción del cortocircuito del dispositivo de protección.

### **Conductor equipotencial.**

#### ***Conductor equipotencial principal***

La sección del conductor debe ser, por lo menos, igual a la mitad de la sección mayor del conductor de protección, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>.

Siempre se puede limitar a 25 mm<sup>2</sup> Cu o 35 mm<sup>2</sup> Al.

#### ***Conductor equipotencial suplementario***

Es la derivación que permite conectar un elemento conductor, alejado de la línea de equipotencialidad principal, a un conductor de protección próximo.

Su sección será, como mínimo, la mitad de la sección del conductor de protección que se conecta.

Si sirve para interconectar dos masas, su sección será, como mínimo, igual a la sección más pequeña del conductor de protección PE.

Los conductores deben estar protegidos contra los impactos mecánicos.

### **2.1.5. Dimensionado del conductor neutro.**

#### **Esquema IT**

No es aconsejable distribuir el neutro, pero si es necesario, actuar como si se tratara de un régimen TT o TN-S.

#### **Esquemas TT, TN-S e IT**

1. Circuitos monofásicos de sección  $< 16 \text{ mm}^2$  Cu o  $25 \text{ mm}^2$  Al.

La sección del neutro debe ser igual a la sección de las fases.

2. Circuitos trifásicos de secciones  $> 16 \text{ mm}^2$  Cu o  $25 \text{ mm}^2$  Al, la sección del neutro tiene dos opciones:

- Igual a la sección de las fases.
- Inferior a la sección de las fases:
  - La corriente susceptible de circular por el neutro, en servicio normal, sea inferior a la corriente admisible en el conductor
  - La potencia transportada por el circuito, o sea, la efectiva absorbida por las cargas alimentadas entre fases, admitiendo que la potencia monofásica sea  $< 10 \%$  de la potencia total.
  - Que el conductor neutro tenga que ser protegido contra los cortocircuitos, de acuerdo a la normativa de la protección del conductor neutro.

### **2.1.6. Principios de la protección de los circuitos contra las sobrecargas.**

#### **Dispositivos de protección contra las sobrecargas.**

Los interruptores automáticos cuya maniobra pueda efectuarse por personas no expertas o cualificadas deben diseñarse o instalarse de forma que no puedan modificarse la regulación de sus relés de sobrecarga involuntariamente, necesitando para ello el uso de un útil o herramienta apropiada o indicando claramente los trazos visibles de la modificación de su regulación.

#### **Elección de los dispositivos de protección contra sobrecargas.**

La intensidad nominal (o de regulación) de un dispositivo de protección debe elegirse de acuerdo al diagrama de las corrientes definitorias de la protección.

#### **Elección de los dispositivos de protección contra cortocircuitos.**

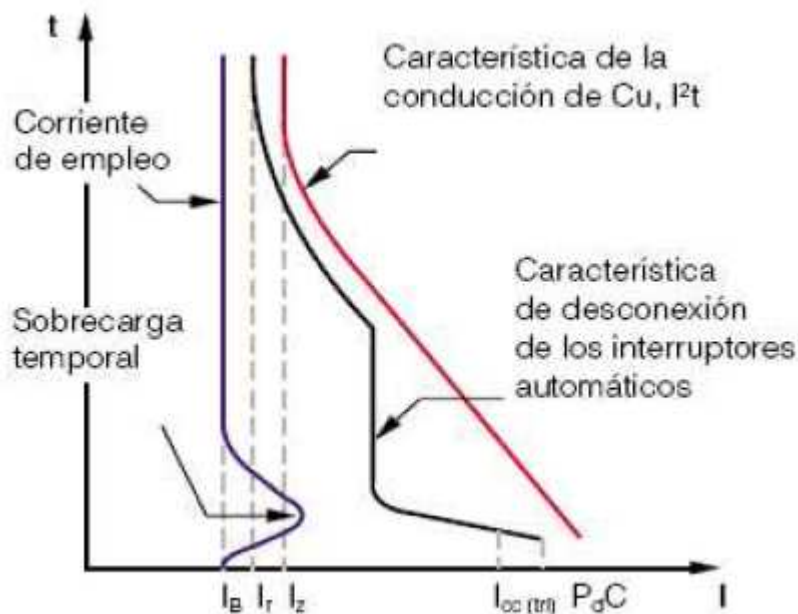
La intensidad de cortocircuito mínima prevista es, generalmente, la que corresponde a un defecto franco que se produce en el punto más alejado de la canalización protegida.

Se cumplirán con las siguientes condiciones para los fusibles e interruptores automáticos, teniendo en cuenta sus características:

#### Interruptores automáticos.

En los interruptores automáticos deben respetarse dos condiciones:

- La corriente de cortocircuito mínima prevista  $I_{cc}$  debe ser, al menos, igual a  $I_a$ , según se indica en la fig. H1-3-055.



**Figura 3.1** – Gráfico de relación de la corriente de empleo y la de desconexión de los interruptores automáticos

Si el interruptor automático no asegura por igual la protección de todas las sobrecargas, es necesario asegurar como mínimo que es capaz de desconectar en caso del cortocircuito más suave.

#### **Consideraciones comunes a los fusibles y a los interruptores automáticos.**

Cuando las características de funcionamiento del fusible o la del interruptor automático, se encuentran por debajo de la curva característica de los conductores, para tiempos inferiores a 5 s, la intensidad  $I_a$  se toma igual a la intensidad de funcionamiento del dispositivo de protección en 5 s.

Para las intensidades de cortocircuito donde la duración es superior en varios ciclos, la potencia que circula  $I^2 \cdot t$  por el dispositivo de protección puede calcularse multiplicando el cuadrado del valor eficaz de la intensidad de la característica de funcionamiento  $I(t)$  del dispositivo de protección por el tiempo de funcionamiento ( $t$ ).

Para las intensidades de cortocircuito de muy corta duración hay que referirse a las características  $I^2 \cdot t$  facilitadas por el fabricante.

### **Aplicación de las medidas de protección contra las sobreintensidades. Emplazamiento de las protecciones. Regla general**

Un aparato de protección debe instalarse, generalmente, al origen de la línea o derivación.

Al origen de cada línea o derivación, con cambio de sección o de forma de distribución, o de entorno y correspondiente a una disminución de la intensidad admisible, debemos instalar un aparato de protección según se indica a continuación:

#### **A. Protección contra las corrientes de sobrecarga:**

##### **a1. Emplazamiento de los dispositivos de protección contra las sobrecargas:**

- Debe colocarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los puntos de la instalación donde se produzca una reducción del valor de la corriente admisible en los conductores, por ejemplo un cambio de sección, de naturaleza, de modo de la instalación o construcción, a excepción de los casos en que se diga lo contrario.
- El dispositivo que proteja una canalización contra las sobrecargas puede colocarse en el recorrido de esta canalización si la parte de canalización comprendida entre, por una parte, el cambio de sección, de naturaleza, de forma de instalación o de constitución y, por otra, el dispositivo de protección, no contiene ni derivación, ni toma de corriente y responde a uno de los siguientes casos:
  1. Está protegida contra los cortocircuitos.
  2. Su longitud no es superior a 3 m, está realizada de forma que reduzca al mínimo el riesgo de un cortocircuito y no está situado junto a materiales combustibles.

##### **a2. Omisión de protección contra las sobrecargas:**

1. Los diferentes casos enunciados en este apartado no deben aplicarse en las instalaciones situadas en los locales (o emplazamientos) que presenten riesgos de incendios o de explosión, y cuando las reglas particulares en ciertos locales especifiquen condiciones diferentes.
2. Se admite no prever protección contra las sobrecargas:
  - En una canalización situada aguas abajo de un cambio de sección, de naturaleza, de forma de instalación o de construcción, y que esté, efectivamente, protegida contra las sobrecargas por un dispositivo de protección situado aguas arriba.

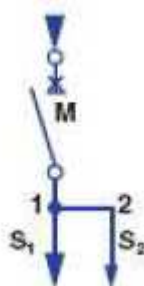


Figura 3.2 – Formas de quedar protegido I.

**Nota:** en la figura adjunta, el dispositivo de protección M es capaz de proteger igualmente la sección S1 como la S2.

- En una canalización que no es susceptible de ser recorrida por corrientes de sobrecarga, a condición de que esté protegida contra los cortocircuitos y que no incluya ni derivación ni toma de corrientes.

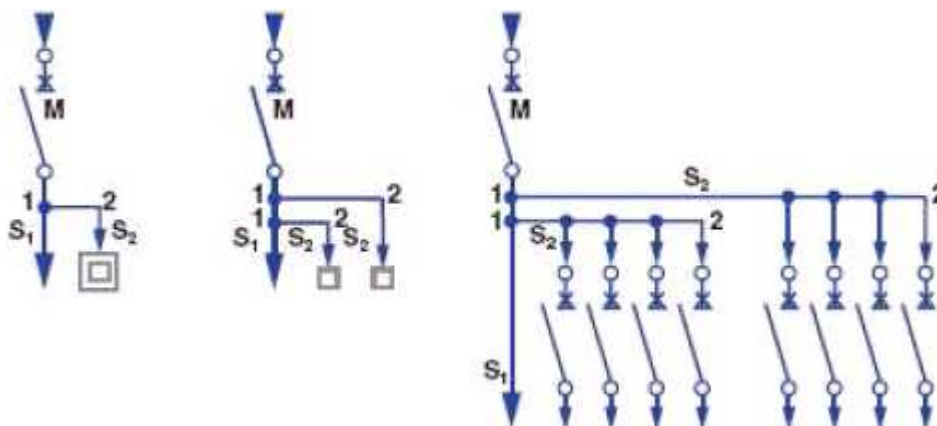


Figura 3.3 – Formas de quedar protegido (II), (III) y (IV).

**Notas:**

- En la figura adjunta (II). Canalización que alimenta un equipo de utilización que dispone de protección contra las sobrecargas incorporado, a menos que el dispositivo de protección del equipo no sea apropiado a la canalización.
- En la figura adjunta (III). Canalización que alimenta un equipo de utilización conectado de forma fija, no susceptible de producir sobrecargas, y no protegido contra las sobrecargas, la corriente de utilización de este equipo no será superior a la corriente admisible en la canalización.
- Los aparatos de calentamiento (calentadores de agua, radiadores, cocinas) son ejemplos de aparatos no susceptibles de producir sobrecargas.
- Una toma de corriente es un punto susceptible de dar lugar a sobrecargas.
- Un motor cuya corriente a rotor frenado no es superior a la corriente admisible en la canalización se considera como no susceptible de producir sobrecargas.
- Si los equipos no son susceptibles de dar lugar a sobrecargas, las canalizaciones (1-2) no necesitan protección.
- En la figura adjunta (IV). Canalización que alimenta varias derivaciones protegidas individualmente contra sobrecargas, a menos que la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección de las derivaciones sea inferior a la corriente nominal del dispositivo que protegería contra las sobrecargas la canalización considerada.
- Las canalizaciones (1-2) no pueden estar sometidas a sobrecargas, siendo determinada la sección S2 en función de la suma de las corrientes absorbidas por las derivaciones en (2).

- Sobre las instalaciones de telecomunicación, control, señalización y análogas.
- En algunas líneas subterráneas o líneas aéreas en las que las sobrecargas no representan ningún peligro.

**a3. Casos en los que se recomienda omitir la protección contra las sobrecargas por razones de seguridad.**

Se recomienda no colocar dispositivos de protección contra las sobrecargas sobre los circuitos que alimentan los equipos, en el caso que la apertura inesperada del circuito pueda causar peligros.

Ejemplos de tales casos son:

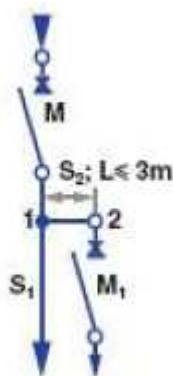
- Los circuitos de excitación de máquinas giratorias.
- Los circuitos de alimentación de electroimanes de manipulación o de elevación.
- Los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad.
- Los circuitos que alimentan los dispositivos de extinción de incendios.

**Nota:** en tales casos puede ser útil un dispositivo de aviso de las sobrecargas.

**B. Protección contra las corrientes de cortocircuito:**

**b1. Emplazamiento del dispositivo de protección contra los cortocircuitos:**

Un dispositivo que asegure la protección contra los cortocircuitos debe colocarse en el lugar donde una reducción de sección de los conductores, o cualquier otro cambio entrañe una modificación de las características definidas en el apartado anterior a excepción de los casos mencionados en los apartados siguientes.



**Figura 3.4** – Emplazamiento del dispositivo de protección.

**Nota:** en la figura adjunta, el dispositivo de protección M es capaz de proteger igualmente la sección S1 como la S2, si esta no genera una impedancia elevada, dimensionada en este caso por una longitud de 3 m del conductor S2.

Sin necesidad de protección específica:

1. El dispositivo de protección aguas arriba está calibrado para proteger, contra las sobrecargas y los cortocircuitos, un cable de sección correspondiente al ramal S2.
2. El corte de un circuito presenta un riesgo importante:
  - Circuitos de excitación de máquinas de rotación.
  - Inducidos de máquinas de corriente alterna.
  - Alimentación de electroimanes destinados a elevación o manutención.
  - Secundarios de transformadores de corriente.

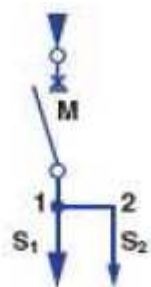


Figura 3.5 – Ramales sin necesidad de protección.

**b2. Desplazamientos del dispositivo de protección contra los cortocircuitos.**

Los diferentes casos enunciados en este apartado no deben ser aplicados en las instalaciones situadas en los locales (o emplazamientos) que presenten riesgos de incendios o de explosión y cuando las reglas particulares de ciertos locales especifiquen condiciones diferentes.

**Nota:** las reglas particulares serán definidas en cada tipo de instalación.

Se admite no colocar dispositivos de protección contra los cortocircuitos en un lugar tal como se define en los apartados anteriores y en los casos enunciados en los dos apartados siguientes.

- La parte de canalización comprendida entre, por una parte, la reducción de sección u otro cambio y el dispositivo de protección, por otra parte, y si responde simultáneamente a las tres siguientes condiciones:
  - Su longitud no es superior a 3 m.
  - Está realizada de forma que reduzca al mínimo el riesgo de un cortocircuito.

**Nota:** esta condición puede obtenerse, por ejemplo, por un refuerzo de las protecciones de la canalización contra las influencias externas.

- Está dispuesta de forma que reduzca al mínimo los riesgos de incendio, o de peligro para las personas.
- Un dispositivo de protección situado aguas arriba de la reducción de sección u otro cambio posee una característica de funcionamiento tal que protege contra los cortocircuitos.

La prescripción del apartado puede cumplirse utilizando el método siguiente:

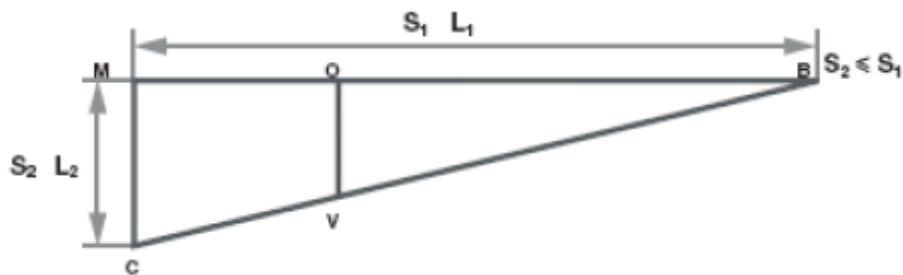


Figura 3.6 – Método para realizar desplazamientos de los dispositivos de protección.

La longitud de la canalización situada aguas abajo, de sección  $S_2$ , no debe ser superior a la determinada por el siguiente diagrama triangular:

- $MB = L_1$  Longitud máxima de canalización de sección  $S_1$ , protegida contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección colocado en M.
- $MC = L_2$  Longitud máxima de canalización de sección  $S_2$  protegida contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección colocado en M.

La longitud máxima de canalización derivada en O, de sección  $S_2$ , protegida contra los cortocircuitos por el dispositivo colocado en M, viene dada por la longitud OV.

#### Notas:

- Este método puede aplicarse igualmente al caso de tres canalizaciones sucesivas de secciones diferentes.
- Cuando, para la sección  $S_2$ , las longitudes de canalizaciones difieren según la naturaleza de aislamiento, el método es aplicable tomando como longitud:  $MB = L_2 \cdot S_1/S_2$  cuando, para la sección  $S_2$ , las longitudes de canalizaciones son las mismas, cualquiera que sea la naturaleza del aislamiento, el método es aplicable tomando como longitud:  $MB = L_1$ .

### b3. Casos donde se puede omitir la protección contra los cortocircuitos.

Se puede omitir la protección contra los cortocircuitos en los siguientes casos:

- Canalizaciones que unen las máquinas generadoras, los transformadores, los rectificadores, las baterías de acumuladores a los paneles de control correspondientes, estando situados los dispositivos de protección en estos paneles.



- Circuitos cuyo corte podría entrañar peligros para el funcionamiento de las instalaciones afectadas.
- Ciertos circuitos de medida; con la condición de que se cumplan, simultáneamente, los dos requisitos siguientes:
  - La canalización se realiza de forma que reduzca al mínimo el peligro de incendio.
  - La canalización no debe situarse junto a materiales combustibles.

### **C. Disposiciones según la naturaleza de los circuitos.**

#### **c1. Protección de los conductores de fase:**

- La detección de sobreintensidades debe preverse sobre todos los conductores de fase; debe provocar el corte del conductor en el que la sobreintensidad es detectada, pero no debe provocar necesariamente el corte de los otros conductores activos.
- En el esquema TT, sobre los circuitos alimentados entre fases y en los que el conductor neutro no es distribuido, la detección de sobreintensidad puede no estar prevista sobre uno de los conductores de fase, con la condición de que las cláusulas siguientes se cumplan simultáneamente:
  - Existe, sobre el mismo circuito por delante, una protección de corriente diferencial residual que debe provocar el corte de todos los conductores de fase.
  - No existe distribución del conductor neutro a partir de un punto neutro artificial sobre los circuitos situados por detrás del dispositivo de protección de corriente diferencial residual.

**Nota:** si el corte de una sola fase puede entrañar un peligro, por ejemplo en el caso de motores trifásicos, deben tomarse precauciones apropiadas.

#### **c2. Protección del conductor neutro:**

- Cuando la sección del conductor neutro es como mínimo igual o equivalente a los conductores de fase, no es necesario prever una detección de sobreintensidad ni un dispositivo de corte sobre el conductor neutro.
- Cuando la sección del conductor neutro es inferior a la de los conductores de fase, es necesario prever una detección de sobreintensidad sobre el conductor neutro, apropiada a la sección de este conductor; esta detección debe efectuar el corte de los conductores de fase, pero no necesariamente el conductor neutro.

No obstante, se admite no prever detección de sobreintensidad sobre el conductor neutro si las dos cláusulas siguientes se cumplen simultáneamente:

- El conductor neutro está protegido contra los circuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase del circuito.
  - La intensidad máxima susceptible de recorrer el conductor neutro es, en servicio normal, netamente inferior al valor de la intensidad admisible en este conductor.
- En los esquemas IT, se recomienda encarecidamente no distribuir el conductor neutro.

No obstante, cuando se distribuye el conductor neutro, debe preverse una detección de sobreintensidad sobre el conductor neutro de todo el circuito, detección que debe producir el corte de todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluido el conductor neutro. Esta disposición no es necesaria si:

- El conductor neutro considerado está efectivamente protegido contra los cortocircuitos por un dispositivo de protección situado aguas arriba, por ejemplo, en el origen de la instalación, o bien:
- Si el circuito considerado está protegido por un dispositivo de protección de corriente diferencial residual, cuyo umbral de desconexión como máximo sea igual a 0,15 veces la corriente admisible en el conductor neutro correspondiente.

Este dispositivo debe cortar todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluido el conductor neutro.

### **c3. Corte y conexión del conductor neutro.**

Cuando el corte del conductor neutro sea obligatorio, el corte y la conexión del conductor neutro deben ser tales que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase.

La tabla siguiente indica como se aplican las prescripciones enunciadas en el apartado C.

- P significa que debe preverse un dispositivo de protección sobre el conductor correspondiente.
- Sn sección del conductor neutro (N).
- Sf sección del conductor de fase (f).

Esquemas	Circuitos																		
	III + N								III			I + N		II					
	$S_n \geq S_r$				$S_n < S_r$														
	f	f	f	N	f	f	f	N	f	f	f	f	N	f	f				
TN-C	P	P	P	-	P	P	P	-	(1)	P	P	P	P	-	P	P			
TN-S	P	P	P	-	P	P	P	P	(3) (5)	P	P	P	P	-	P	P			
TT	P	P	P	-	P	P	P	P	(3) (5)	P	P	P	(2) (4)	P	-	P	P	(2)	
IT	P	P	P	P	(6) (3)	P	P	P	P	(3) (6)	P	P	P	P	P	(6) (3)	P	P	(2)

Tabla 3.7 – Aplicación de las prescripciones enunciadas en el apartado C.

- (1) Supone que se cumplen las dos condiciones.
- (2) Salvo en caso de protección por corriente diferencial residual.
- (3) Se aplica en el apartado (c3).
- (4) Salvo en el caso del apartado (c1).
- (5) Salvo en el caso del segundo párrafo del apartado (c2).
- (6) Salvo si el conductor neutro está efectivamente protegido contra los cortocircuitos o si existe por delante una protección por corriente diferencial residual.

#### D. Asociación de dispositivos de protección.

La utilización de aparatos de protección, con poderes de corte inferiores a la corriente de cortocircuito del punto de instalación, está regulada por las normas UNE-EN, bajo las siguientes condiciones:

- Si se ha instalado aguas arriba un dispositivo de protección con poder de corte suficiente.
- Que la energía que deja pasar el dispositivo de protección aguas arriba es inferior a la que es capaz de soportar el dispositivo y las conducciones aguas abajo sin deterioros. Esta posibilidad es utilizada:
  - En la asociación de interruptores automáticos y fusibles.
  - En las técnicas de filiación que utilizan la gran capacidad limitadora de algunos interruptores automáticos.
  - En las técnicas de corte con repulsión de contactos, serie Compact.

Las asociaciones posibles y sus valores quedan definidas en los catálogos de los fabricantes.

### 2.2. Las medidas de protección a los efectos de las sobretensiones transitorias.

#### 2.2.1. Las sobretensiones transitorias atmosféricas.

Debemos tomar en consideración las sobretensiones que puedan aparecer al origen de una instalación, el nivel Cerámico presumido en la zona, el emplazamiento y las características de los dispositivos de protección contra las sobretensiones, de forma que la probabilidad de incidentes por sobretensiones sean reducidas a un nivel aceptable para la seguridad de las personas y de los materiales y por la continuidad de servicio.

**2.2.2. Disposiciones para controlar las sobretensiones.**

Situación natural:

- Cuando las líneas de alimentación en BT son totalmente subterráneas, el umbral de resistencia a la tensión de choque, es suficiente y ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones de origen atmosférico es necesaria.

Situación controlada:

- Cuando las líneas de alimentación en BT son total o parcialmente aéreas y están situadas en una zona con una influencia externa AQ 2 (> 25 días por año), una protección suplementaria contra las sobretensiones de origen atmosférico es necesaria y la tensión residual de los dispositivos de protección aplicados no debe ser superior a la correspondiente a los materiales de clase II en la tabla H1-4-004.

**2.2.3. Elección de los materiales en la instalación.**

Los materiales deben ser elegidos de forma que la tensión asignada a la resistencia de los choques eléctricos no sea inferior al valor correspondiente de la tabla H1-4-004. Es responsabilidad de la normalización correspondiente a los productos, de especificar la resistencia a los choques eléctricos de conformidad a la tabla H1-4-004.

Los materiales con una resistencia inferior a la tensión de choque especificada en la tabla H1-4-004, pueden ser utilizados si se acepta un mayor riesgo.

Los dispositivos de protección contra los rayos y los materiales de protección en serie (aguas abajo del principal) deben soportar sin dañarse, las sobretensiones temporales.

Tensión nominal de la instalación* en (V)		Tensión de resistencia a los choques eléctricos prescrita en (kV)			
Redes trifásicas**	Redes de término medio instalación	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Clase I
		Materiales para el origen de la terminales	Materiales para la distribución y circuitos protegidos	Aparatos de utilización	Materiales especialmente
230/400**	120/240	4	2,5	1,5	0,8
277/480**	–	6	4	2,5	1,5
400/690	–	8	6	4	2,5
1.000	–	Valores propuestos por los ingenieros de sistemas			

**Tabla 3.8** - Tensiones asignadas a la resistencia a los choques eléctricos, prescritas para los materiales.

\* Según la CEI 60.038.

\*\* En Canadá y USA, para las tensiones superiores a 300 V en relación a la tierra, la tensión en consideración correspondiente a la de la columna inmediata superior.

**2.2.4. Sobre tensiones de maniobra.**

- La circulación de una corriente de defecto en la toma de tierra de masas del centro de transformación provoca una elevación importante del potencial de estas masas con relación al potencial de tierra cuyo valor depende:
  - o De la intensidad de corriente de defecto.
  - o De la resistencia de la toma de tierra de las masas del centro de transformación.
  - o La corriente de defecto puede provocar:
  - o Una elevación general del potencial de la instalación de baja tensión con relación a tierra, es decir, solicitaciones de tensión que pueden provocar cebados en el material de baja tensión.
  - o Una elevación general del potencial de las masas de la instalación de BT, con relación a tierra que puede aumentar las tensiones de defecto y de contacto.

**2.2.5. Solicitaciones de aislamiento de los materiales para circuitos de BT.**

El valor y la duración de las solicitaciones de aislamiento a tensión y frecuencia industrial de los materiales de las instalaciones de baja tensión, debidas a un defecto a tierra en las instalaciones de AT o MT, no deben ser superiores a los valores de la tabla.

Estas solicitaciones también deben cumplirse para las tensiones inducidas por descargas de origen atmosférico.

Solicitaciones admisibles de aislamiento a tensiones máximas en instalaciones de BT (V) (V en valor eficaz) en VI	Tiempo de desconexión máximo de los dispositivos de protección en AT o MT a una fuga en (s)
$U_0 + 250 \text{ V}$	$> 5$
$U_0 + 1.200 \text{ V}$	$\leq 5$

**Tabla 3.9** – Solicitaciones de aislamiento de los materiales para circuitos de BT.

**2.3. Medidas de protección contra los contactos directos e indirectos.****Requisitos para los circuitos MBTS (SELV):**

- Las partes activas de los circuitos MBTS (SELV) no deben ir conectadas eléctricamente a tierra, ni a partes activas, ni a conductores de protección que pertenezcan a circuitos distintos.
- Las masas no deben conectarse intencionadamente:
  - o Ni a tierra.
  - o Ni a conductores de protección o masas de circuitos distintos.
  - o Ni a elementos conductores; no obstante, para los materiales que, por su disposición están fuertemente conectados a elementos conductores, la presente medida sigue siendo válida, si puede asegurarse que estas partes no pueden conectarse a un potencial superior a la tensión nominal definida en la CEI 60.449.

**Nota:** si hay masas de circuitos MBTS (SELV) que son susceptibles de encontrarse en contacto con masas de otros circuitos, la protección contra los choques eléctricos ya no se basa en la medida exclusiva de protección para MBTS (SELV), sino en las medidas de protección correspondientes a estas últimas masas.

- Cuando la tensión nominal del circuito es superior a 25 V de valor eficaz en CA, o 60 V en corriente continua sin ondulación, debe asegurarse la protección contra los contactos directos bien:
  - o Mediante barreras o envoltentes que presenten por lo menos un grado de protección IP2X o IPXXB.
  - o Por un aislamiento que pueda soportar una tensión alterna con un valor eficaz de 500 V durante 1 minuto.

Por lo general, cuando la tensión nominal no es superior a 25 V de valor eficaz en CA, o 60 V en CC, sin ondulación, no se requiere ninguna protección contra los contactos directos; no obstante, puede ser necesaria para determinadas condiciones de influencias externas.

**Nota:** la corriente continua sin ondulación está definida convencionalmente por un porcentaje no superior al 10% del valor eficaz; el valor máximo de cresta no será superior a 140 V para una tensión nominal de 120 V en corriente continua sin ondulación, y de 70 V para una tensión nominal de 60 V en C.C., sin ondulación.

#### **Requisitos para circuitos MBTP (PELV).**

Cuando los circuitos estén conectados a tierra y no se requiera la MBTS (SELV), es conveniente satisfacer las condiciones siguientes:

- La protección contra los contactos directos debe quedar garantizada bien:
- Mediante envoltentes que presten un grado de protección, al menos de IP2X o IPXXB.
- Mediante un aislamiento que pueda soportar una tensión alternativa con un valor eficaz de 500 V durante 1 minuto.

A pesar de lo especificado, no se requiere una protección contra los contactos directos para los materiales situados en el interior de un edificio, en el cual las masas y los elementos conductores, simultáneamente accesibles, estén conectados a la misma toma de tierra y si la tensión nominal no es superior a:

- 25 V eff. C.A., o 60 V CC, sin ondulación, si el material normalmente se utiliza únicamente en emplazamientos secos y si se prevén contactos importantes de partes activas con el cuerpo humano o de un animal.
- 6 V eff. CA, o 15 V CC, sin ondulación, en los demás casos.

#### **2.4. Medidas de protección contra los contactos directos.**

A fin de satisfacer la regla fundamental de protección contra los choques eléctricos en las condiciones normales, una protección principal (contra los contactos directos) es necesaria.

### **2.4.1. Protección por aislamiento de las partes activas.**

#### **La protección principal**

La protección principal debe ubicar una o varias disposiciones que, en las condiciones normales, deben evitar todo contacto con las partes activas (las pinturas, barnices, lacas y productos análogos, no son generalmente considerados productos suficientemente aislantes para proteger de los choques eléctricos, en condiciones normales de funcionamiento).

#### **Aislamiento principal:**

- **Aislamiento sólido.**

Si se utiliza un aislamiento principal sólido, éste debe evitar todo contacto con las partes activas peligrosas.

Protección por aislamiento de las partes activas:

- Las partes activas deben estar completamente cubiertas por un aislamiento que sólo pueda quitarse por destrucción.
- Para los materiales producidos en fábrica, el aislamiento debe cumplir los requisitos correspondientes relativos a estos materiales (sus normas de construcción).

Para los demás materiales, la protección debe garantizarse mediante un aislamiento que pueda soportar, de forma duradera, las inclemencias a las cuales puede estar sujeto, tales como influencias mecánicas, químicas, eléctricas y térmicas.

**Nota:** si el aislamiento se realiza en la instalación, la calidad de este aislamiento debe ser confirmada mediante ensayos análogos a los realizados para verificar el aislamiento de los materiales producidos en fábrica.

- **Aislamiento fluido.**

Si se utiliza el aire como aislamiento principal:

- Podemos colocar obstáculos, barreras o envolventes que impidan el contacto con partes activas peligrosas.

Podemos situar los conductores activos peligrosos fuera del entorno volumétrico de ser tocados.

### **2.4.2. Protección por medio de obstáculos.**

Los obstáculos están destinados a proteger a personas cualificadas, pero no a personas no cualificadas.

Los obstáculos deben impedir:

- Todo contacto no intencionado de las partes activas peligrosas en BT (1.000 V CA y 1.500 V CC), durante el funcionamiento normal o en casos especiales de mantenimiento o inspección.
- Toda aproximación física no deseada a las partes activas peligrosas en BT.

Los obstáculos pueden ser desmontables sin la necesidad de una llave o útil, pero deben ser fijados de forma que no se puedan retirar involuntariamente.

Si los obstáculos son conductores y no tienen otra separación de las partes activas que el aislamiento principal, debe considerarse como una masa y estar sujeto a las condiciones de protección correspondientes a los casos de defecto.

#### **2.4.3. Protección por medio de barreras o envolventes.**

Las barreras o envolventes deben impedir el acceso a las partes activas peligrosas, asegurando un grado de protección contra los choques eléctricos al menos de IP2X .

No obstante, si se producen aperturas durante la sustitución de partes, tales como determinados casquillos, tomas de corriente o fusibles, o si se requieren aberturas mayores para permitir el buen funcionamiento de los materiales, de conformidad a sus normas de utilización:

- Deben adoptarse las oportunas precauciones para impedir que las personas o animales de cría toquen accidentalmente las partes activas.
- Debe garantizarse que, en la medida de lo posible, las personas sean conscientes del hecho de que las partes accesibles por las aberturas o aperturas son partes activas y no deben tocarse voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o de las envolventes horizontales, que quedan fácilmente accesibles, deben cumplir por lo menos el grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras y las envolventes deben tener una robustez mecánica suficiente, en función de la actividad del entorno, y deben estar debidamente fijadas (con solidez).

Si la concepción de las barreras permite su desplazamiento o la apertura de las envolventes, el acceso a las partes activas peligrosas no debe ser posible más que:

- Con el uso de una llave o un útil.
- Con la previa desconexión de las partes activas peligrosas, y no debe poderse colocar bajo tensión hasta que las barreras estén fijadas en su lugar y las puertas de la envolvente cerradas.

Si disponemos de una barrera intermediaria para mantener el grado de protección, ésta no se debe poder mover sin la necesidad de un útil o de una llave.



#### **2.4.4. Protección por puesta fuera del alcance por alejamiento.**

Si no es posible la aplicación de las soluciones con obstáculos, barreras o envolventes sobre los conductores activos peligrosos, puede ser suficiente la separación de los mismos de forma que no puedan ser tocados de forma accidental o simultáneamente.

Partes simultáneamente accesibles a potenciales diferentes no deben encontrarse dentro de los límites de accesibilidad de una persona.

Cuando el espacio en el cual se encuentran y circulan habitualmente las personas esté limitado en una dirección horizontal por un obstáculo (por ejemplo listón de protección, barandilla, panel enrejado), con un grado de protección inferior a IP2X o IPXXB, el volumen de accesibilidad empieza a partir de este obstáculo. En dirección vertical, el volumen de accesibilidad está limitado a 2,5 m a partir de la superficie de tránsito (S), sin tener en cuenta los obstáculos intermedios que presentan un grado de protección inferior a IP2X o IPXXB.

Si en el entorno de los conductores activos peligrosos una persona puede acceder con útiles o escaleras, las distancias de separación deben aumentarse y ser objeto de un estudio con los entes de inspección.

#### **2.4.5. Protección complementaria por dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.**

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuya corriente diferencial asignada de funcionamiento es inferior o igual a 30 mA, está reconocido como medida de protección complementaria en servicio normal, en caso de fallo de otras medidas de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia por parte de usuarios.

La utilización de tales dispositivos no está reconocida como que constituya por sí misma una medida de protección completa y no exime en absoluto del empleo de una de las medidas de protección enunciadas como aislamiento principal.

### **2.5. Protección contra los contactos indirectos.**

#### **2.5.1. Medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático de la alimentación.**

##### **2.5.1.1. Protección empleando materiales de la clase II o mediante aislamiento equivalente.**

Esta medida se ha previsto para impedir la aparición de tensiones peligrosas en las partes accesibles de materiales eléctricos cuando se produce un defecto del aislamiento principal.

La protección debe asegurarse empleando:

1. Materiales eléctricos de los siguientes tipos, que hayan sido sometidos a los ensayos de tipo y que hayan sido identificados según las normas aplicables a los mismos:
  - Materiales con un aislamiento doble o reforzado (materiales de Clase II).
  - Conjuntos de aparataje montados en fábrica que posean un aislamiento total (véase la Norma UNE-EN 60.439-1).

Estos materiales vienen marcados por el símbolo. 

2. Un aislamiento complementario que recubra los materiales eléctricos que posean sólo un aislamiento principal y montado en el transcurso de la instalación eléctrica; este aislamiento debe garantizar una seguridad equivalente a la de los materiales conformes al párrafo anterior.

El símbolo debe colocarse de forma visible en el exterior e interior de la envolvente.

3. Un aislamiento reforzado (principal + reforzado) que recubra las partes activas descubiertas y montado en el curso de la instalación eléctrica; éste debe garantizar una seguridad equivalente a la de los materiales eléctricos conformes a los dos párrafos anteriores. Tal aislamiento es admisible únicamente cuando, por motivos de construcción, no sea posible la realización del doble aislamiento.

El símbolo debe colocarse de forma visible en el exterior e interior de la envolvente.

4. Material eléctrico en situación de trabajo (tensión):
  - Cuando el material eléctrico está en tensión, todas las partes conductoras separadas de las partes activas por sólo un aislamiento principal, deben encerrarse en una envolvente aislante que posea por lo menos el grado de protección IP2X o IPXXB.
  - Las envolventes aislantes deben poder soportar las limitaciones mecánicas, eléctricas o térmicas susceptibles de producirse.
  - Por lo general, no se considera que los revestimientos de pintura, de barniz y de productos similares cumplan estos requisitos. No obstante, no se excluye la utilización de envolventes que hayan sido sometidas a los ensayos de este tipo y que estén recubiertas con tales revestimientos, si su empleo es admisible en las normas de producto correspondientes y si tales revestimientos aislantes han sido ensayados en las condiciones de ensayo correspondientes. Si la envolvente aislante no ha sido previamente ensayada y persisten dudas sobre su eficacia, debe llevarse a cabo un ensayo dieléctrico.
  - La envolvente aislante no debe estar atravesada por partes conductoras susceptibles de propagar un potencial. La envolvente no debe ir provista de tornillos de material aislante cuya sustitución por un tornillo metálico pudiera suponer un compromiso para el aislamiento obtenido por la envolvente.

Cuando sea inevitable que la envolvente aislante sea atravesada por uniones mecánicas (por ejemplo actuadores de aparatos incorporados), éstas deben estar dispuestas de tal forma que la protección contra choques eléctricos no se vea comprometida.

- Cuando la envolvente esté provista de puertas o tapas que puedan ser abiertas sin ayuda de una herramienta o una llave, todas las partes conductoras que sean accesibles cuando estén abiertas la puerta o la tapa deben ser protegidas por una barrera aislante que posea por lo menos el grado de protección IP2X o IPXXB, con el fin de impedir a las personas tocar accidentalmente estas partes.  
Esta barrera aislante sólo debe poder quitarse con ayuda de una llave o de una herramienta.

5. Las partes conductoras encerradas en una envolvente aislante no deben estar conectadas a un conductor de protección. No obstante, pueden adoptarse disposiciones para la conexión de conductores de protección que pasen necesariamente a través de la envolvente.

En el interior de la envolvente tales conductores deben estar aislados como partes activas y los bornes deben estar identificados de forma adecuada:

- Las partes conductoras accesibles y las partes intermedias no deben estar conectadas a un conductor de protección, excepto si está previsto por las normas del material de construcción correspondiente.
- La envolvente no debe perjudicar las condiciones de funcionamiento del material protegido de esta forma.
- La fijación, conexión de los conductores, etc., debe efectuarse de forma que no perjudique a la protección, así asegurada conforme a las normas de construcción de estos materiales.

6. La mayor parte de los receptores portátiles o semimóviles, ciertas lámparas, transformadores, etc., están provistos de un doble aislamiento. Es conveniente y muy importante mantener un cuidado especial en la utilización permanente de los elementos con doble aislamiento, y un control permanente del mantenimiento de las condiciones de doble aislamiento Clase II.  
Los aparatos de radio y televisión presentan un nivel de seguridad equivalente, pero no son fundamentalmente elementos de Clase II.
7. Los elementos que presentan un aislamiento de o equivalente a Clase II se denominan de aislamiento total.
8. Las cajas de doble aislamiento de Himel y el sistema Kaedra de Merlin Gerin permiten realizar instalaciones de doble aislamiento utilizándolas como aislamiento suplementario.

**2.5.1.2. Protección en los locales (o emplazamientos) no conductores.**

Por principio, el alejamiento o la colocación de pantallas necesita un suelo aislante y por consiguiente poco utilizado.

Esta medida de protección está destinada a impedir todo contacto simultáneo con partes que puedan estar a potenciales diferentes, debido a un defecto del aislamiento principal de partes activas.

El empleo de materiales de Clase 0 está permitido si se cumplen todas las condiciones siguientes:

1. Las masas deben estar dispuestas de forma que, en condiciones normales, las personas no puedan ponerse en contacto simultáneo:
  - Bien con dos masas.
  - Bien con una masa y cualquier elemento conductor.
2. Si tales elementos son susceptibles de estar a potenciales diferentes en caso de defectos del aislamiento principal de las partes activas.

En tales locales (o emplazamientos), no debe haberse previsto ningún conductor de protección.

Se considera que cumplen los requisitos del primer párrafo, si el emplazamiento posee paredes y un suelo aislantes y si cumple una o varias de las condiciones a continuación señaladas:

- a. Alejamiento respectivo de las masas y de los elementos conductores así como de las masas entre ellas. Este alejamiento se considera suficiente si la distancia entre dos elementos es de por lo menos 2 m, pudiendo reducirse esta distancia a 1,25 m por fuera del volumen de accesibilidad.
- b. Interposición de obstáculos eficaces entre las masas y los elementos conductores.

Tales obstáculos están considerados suficientemente eficaces si mantienen la distancia a salvar, dentro de los valores indicados en el punto “a” anterior. Tales obstáculos no deben conectarse ni a tierra ni a masas en la medida de lo posible; deben ser de material aislante.
- c. Aislamiento o disposición aislada de los conductores. El aislamiento debe poseer una rigidez mecánica suficiente y poder soportar una tensión de ensayo de por lo menos 2.000 V. La corriente de fuga no debe ser superior a 1 mA en las condiciones normales de empleo.

Las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- 50 k $\Omega$ , si la tensión de la instalación no es superior a 500 V.
- 100 k $\Omega$ , si la tensión de la instalación es superior a 500 V.

Si la resistencia es inferior, en todo punto, al valor prescrito, estas paredes y estos suelos están considerados elementos conductores desde el punto de vista de la protección contra los choques eléctricos.

Las disposiciones adoptadas deben ser duraderas y no deben poder eliminarse.

Asimismo, deben garantizar la protección de los materiales móviles cuando se considere la utilización de éstos.

- Se llama la atención sobre el riesgo de introducción posterior, en instalaciones eléctricas no estrictamente vigiladas, de otras partes (por ejemplo, materiales móviles de Clase I) o elementos conductores (tales como canalizaciones metálicas de agua) susceptibles de anular la conformidad con el párrafo.
- Es importante vigilar que la humedad no pueda comprometer el aislamiento de paredes y suelos.

Deben adoptarse disposiciones para evitar que elementos conductores puedan propagar potenciales fuera del emplazamiento considerado.

### **2.5.1.3. Protección mediante separación eléctrica.**

La separación eléctrica, para un circuito individual, está destinada a impedir los choques eléctricos debidos a un contacto con las masas que puedan ponerse en tensión en el caso de defecto del aislamiento principal del circuito.

La protección por seccionamiento eléctrico debe asegurarse respetando el conjunto de requisitos siguientes:

1. Cuando el circuito seccionado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben estar conectadas ni a un conductor de protección ni a masas de otros circuitos.

Si las masas de los circuitos separados son susceptibles de estar en contacto, bien de hecho o bien fortuitamente con masas de otros circuitos, la protección contra los choques eléctricos ya no está basada en la sola medida de protección por separación eléctrica, sino en las medidas de protección correspondientes a dichas masas.

2. Si se adoptan precauciones para proteger el circuito secundario contra todo tipo de daños y fallo de aislamiento, una fuente de separación conforme a lo descrito puede alimentar a varios aparatos, siempre que se cumplan todas las prescripciones del apartado:
  - Las masas del circuito separado deben estar conectadas entre ellas mediante conductores de equipotencialidad aislados no conectados a tierra.

Tales conductores no deben estar conectados ni a conductores de equipotencialidad aislados no conectados a tierra, ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.

- Todas las bases de tomas de corriente deben estar provistas de un contacto de tierra que debe conectarse a un conductor de equipotencialidad previsto en el párrafo anterior.
- A excepción de los cables que alimentan materiales de Clase II, todos los cables flexibles deben ir provistos de un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.
- En el caso de dos defectos francos que abarquen a masas y estén alimentados por dos conductores de polaridad distinta, un dispositivo de protección debe asegurar la interrupción en un tiempo máximo igual al fijado en la siguiente tabla:

$U_0$ (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

**Tabla 3.10** – Tiempos de interrupción máximo en el caso de dos defectos francos.

Se recomienda que el producto de la tensión nominal del circuito, en voltios, por la longitud de la canalización, en metros, no sea superior a 100.000 y que la longitud de la canalización no sea superior a 500 m.

3. El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación, es decir:
  - Un transformador de aislamiento.
  - Una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento antes especificado, por ejemplo un grupo motor-generator que posea devanados que proporcionen un seccionamiento equivalente.
4. Las fuentes de separación móviles conectadas a una red de alimentación deben elegirse o instalarse conforme a los requisitos del apartado “Protección empleando materiales de clase II o mediante aislamiento equivalente”.
5. Las fuentes de separación fijas deben:
  - Elegirse o instalarse de conformidad al apartado “Protección empleando materiales de clase II o mediante aislamiento equivalente”.
  - O bien deben ser tales que el circuito secundario quede separado del circuito primario y de la envolvente por un aislamiento que cumpla las condiciones del apartado “Protección empleando materiales de clase II o mediante aislamiento equivalente” si tal fuente alimenta a varios aparatos, las masas de éstos no deben conectarse a la envolvente metálica de la fuente.

6. La tensión nominal del circuito separado no debe ser superior a 500 V.
7. Las partes activas del circuito separado no deben tener un punto común con otro circuito ni ningún punto conectado a tierra.
8. Con el fin de evitar los riesgos de los defectos a tierra, debe prestarse una especial atención al aislamiento de las partes respecto a tierra, concretamente en lo que respecta a los cables flexibles.  
Las disposiciones adoptadas deben garantizar una separación por lo menos equivalente a la que existe entre los circuitos secundario y primario de un transformador de aislamiento de seguridad entre los circuitos.

En concreto, es necesaria una separación eléctrica entre las partes activas de los materiales eléctricos tales como relés, contactores, elementos auxiliares de mando y toda otra parte de un circuito activo.

9. Los cables flexibles, susceptibles de sufrir algún daño, deben ser visibles en toda su longitud.
10. Para los circuitos separados se recomienda utilizar canalizaciones distintas.  
Si no puede evitarse el empleo de los conductores de una misma canalización para circuitos separados y otros circuitos, deben emplearse cables multiconductores sin ningún tipo de revestimiento metálico o conductores aislados colocados en canaletas o conductos aislantes, con la reserva de que estos cables y conductores sean especificados para una tensión por lo menos igual a la tensión más elevada que interviene y que cada circuito esté protegido contra sobreintensidades.

#### **2.5.2. Medidas de protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación.**

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un riesgo con efecto fisiológico peligroso en una persona, en caso de defecto, debido al valor y la duración de la tensión de contacto.

Esta medida de protección requiere la coordinación entre los esquemas de las conexiones a tierra y las características de los conductores de protección y de los dispositivos de protección.

Se han establecido requisitos relativos a esta medida de protección y a los tiempos de interrupción teniendo en cuenta la Norma CEI 60.479..

##### **2.5.2.1. Interrupción de la alimentación.**

Un dispositivo de protección, contra los contactos indirectos, debe separar la alimentación del circuito o del material protegido de tal forma que, tras un defecto entre una parte activa y masa en el circuito o el material, no se pueda mantener una tensión de contacto supuesta, superior a los valores de las tensiones límite convencionales UL, durante un tiempo suficiente para crear un riesgo de defecto fisiológico

peligroso para una persona, en contacto con partes conductoras simultáneamente accesibles.

Sin tener en cuenta el valor de la tensión de contacto, en determinadas circunstancias se admite un tiempo de interrupción no superior a 5 segundos según el esquema de las conexiones a tierra.

- Los valores de las tensiones límite convencionales UL son de 50 V<sub>eff</sub>., en CA, y de 120 V en CC, sin ondulación.
- Pueden prescribirse valores de tiempo de corte y de tensión (incluido UL) inferiores para instalaciones o locales concretos conforme a las instrucciones contiguas.
- Los requisitos establecidos son para instalaciones alimentadas en frecuencias comprendidas entre 15 Hz y 100 Hz y para una corriente continua sin ondulación.
- En el esquema IT el corte automático, por regla general sólo se prescribe cuando se trata de un primer defecto.
- En instalaciones de producción y distribución de energía eléctrica pueden admitirse tiempos de interrupción y de tensión superiores a los requisitos del párrafo.

#### **2.5.2.2. Puestas a tierra y conductores de protección.**

Las masas deben conectarse a conductores de protección en condiciones específicas para cada esquema de conexiones a tierra.

Las masas accesibles simultáneamente deben conectarse al mismo sistema de puesta a tierra.

##### **2.5.2.2.1. Conexiones equipotenciales.**

Las partes conductoras accesibles que puedan presentar una tensión de contacto peligrosa en caso de fallo de la protección principal, por ejemplo las masas y las pantallas de protección, deben estar unidos a la red equipotencial de protección.

Una parte conductora de un material eléctrico que no puede colocarse bajo tensión o puede colocarse bajo tensión a través de una masa, no se considera masa.

Los elementos de unión equipotencial de protección deben ser dimensionados para soportar los valores térmicos y dinámicos, que puedan aparecer en caso de corriente de defecto, de forma que no puedan degradar las características del circuito de protección, a causa de un fallo del aislamiento principal.

Los elementos de unión equipotencial de protección deben resistir todas las influencias internas y externas, mecánicas, térmicas, corrosivas.

Las conexiones conductoras móviles, por ejemplo bisagras y correderas, no deben ser consideradas como parte del circuito equipotencial de protección.



Si un componente de una instalación, de un sistema o de unos materiales es eliminado, las uniones equipotenciales de protección para todas las partes restantes de la instalación, del sistema o de los materiales, no debe ser cortada.

Las uniones equipotenciales de protección no deben poderse seccionar de su continuidad eléctrica del circuito o introducir una impedancia significativa en el circuito, a excepción de que en el mismo movimiento primero se desconecten los conductores activos del circuito que forma parte la unión equipotencial de protección y en sentido contrario, si volvemos a conectar el circuito activo, en el mismo movimiento se debe conectar primero el circuito de unión equipotencial, antes de la conexión que los circuitos activos.

Estas condiciones no son aplicables si solamente se pueden ejecutar la operación sin tensión.

Los conductores de unión equipotencial de protección aislados o desnudos, deben ser identificables por su forma, emplazamiento, marcado o color, a excepción de los conductores que no pueden ser desconectados sin destrucción.

Si se utiliza la distinción por color esta debe ser el bicolor verde amarillo.

#### **2.5.2.2.2. Conexión equipotencial principal.**

En cada edificio, el conductor principal de protección, el conductor principal de tierra, la borna principal de tierra y los elementos conductores siguientes deben conectarse a la conexión equipotencial principal:

- Las canalizaciones metálicas de los servicios que penetran en el edificio, por ejemplo agua, gas.
- Las partes metálicas de la estructura, red de calefacción central o de acondicionamiento por aire.
- Todos los blindajes metálicos de los conductores de telecomunicación, si los propietarios y los utilizadores de los cables lo permiten.

Cuando tales elementos conductores provengan del exterior del edificio, deben conectarse lo más cerca posible a su punto de entrada al edificio.

#### **2.5.2.2.3. Conexión equipotencial complementaria.**

Si las condiciones de protección definidas en el párrafo anterior “conexión equipotencial principal”, no puede cumplirse en una instalación o partes de la instalación, se ha de realizar una conexión local denominada conexión equipotencial complementaria.

La utilización de conexiones equipotenciales complementarias no exime de la obligación de interrupción de la alimentación por otros motivos, tales como protección contra incendios, limitaciones térmicas de los materiales, etc.

Esta conexión equipotencial complementaria puede abarcar toda la instalación, una parte de ésta, un aparato o un emplazamiento.

Pueden ser necesarias prescripciones adicionales para emplazamientos especiales o por otros motivos.

La utilización de conexiones equipotenciales complementarias no exime de la obligación de interrupción de la alimentación por otros motivos, tales como protección contra incendios, limitaciones térmicas de los materiales, etc.

Esta conexión equipotencial complementaria puede abarcar toda la instalación, una parte de ésta, un aparato o un emplazamiento.

Pueden ser necesarias prescripciones adicionales para emplazamientos especiales o por otros motivos.

La conexión equipotencial complementaria debe comprender todos los elementos conductores simultáneamente accesibles, ya se trate de masas de materiales fijos o de elementos conductores, incluidos, en la medida de lo posible, las armaduras principales de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios.

En este sistema equipotencial debe conectarse los conductores de protección de todos los materiales, incluidos los de las tomas de corriente.

La conexión equipotencial complementaria antes señalada no es adecuada si el suelo no es aislante y no puede incluirse en la conexión equipotencial complementaria.

En caso de dudas sobre la eficacia de conexión equipotencial complementaria, debe verificarse asegurándose de que la resistencia  $R$  entre todas las masas consideradas y todo elemento conductor simultáneamente accesible cumple la siguiente condición:

- Zonas donde el cuerpo humano tiene una resistencia eléctrica BB1 (secas).

$$R < \frac{50V}{I_a}$$

- Zonas donde el cuerpo humano tiene una resistencia eléctrica BB2 (húmedo).

$$R < \frac{25V}{I_a}$$

- Zonas donde el cuerpo humano tiene una resistencia eléctrica BB3 (mojado).

$$R < \frac{12V}{I_a}$$

donde:

Ia: es la corriente de funcionamiento del dispositivo de protección en un tiempo de 5 s para sobre intensidades.

IN: para los dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

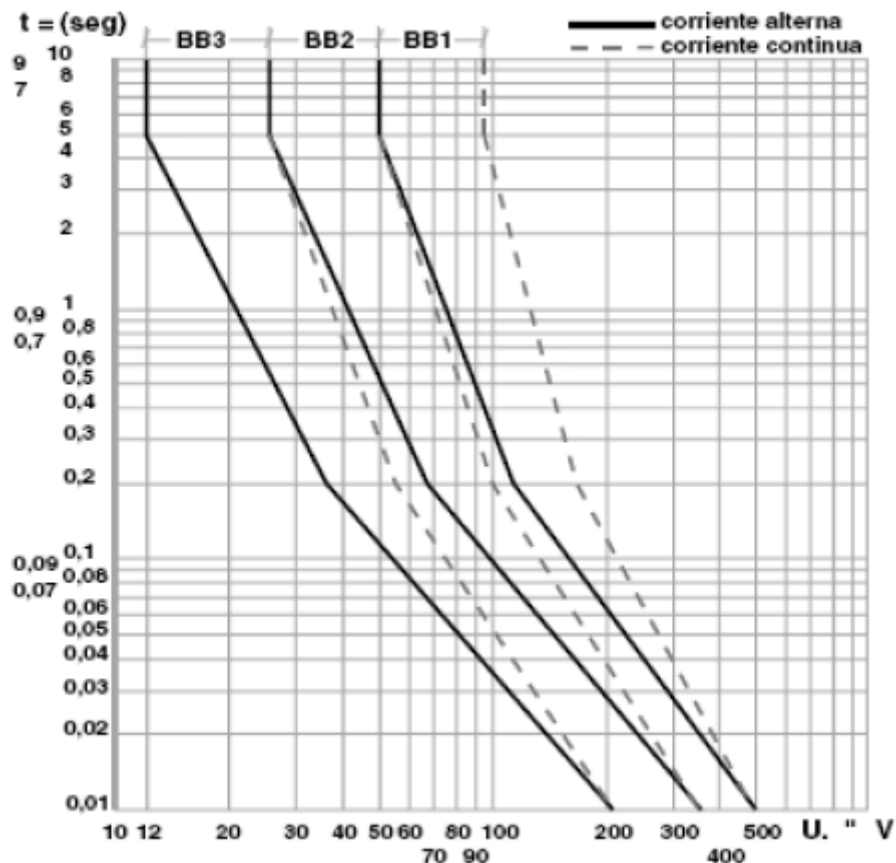


Figura 3.7 - Curva de la tensión de contacto máxima en función del tiempo de contacto.

El valor de 5 segundos, definido por la CEI, no es un valor común cuando se efectúan los cálculos correspondientes a las posibles corrientes de fuga, que puedan circular a través del cuerpo humano, no produzcan ninguna lesión. El valor es indicativo si las tensiones de contacto  $U_c$  no superan los 50 V en una situación del cuerpo humano BB1 o los 25 en BB2 o los 12 V en un BB3.

Las uniones equipotenciales de protección deben presentar una impedancia suficientemente baja, para impedir toda diferencia de potencial peligrosa entre las partes, en caso de fallo del aislamiento.

Si no es posible lograr esta condición deben utilizarse dispositivos de corte automático de la alimentación. La diferencia máxima de potencial y su duración tiene que ser de conformidad a la CEI 60.479-1.

Normalmente se necesita un estudio de los valores relativos de la impedancia del circuito equipotencial de protección de la red.

La diferencia de potencial no se toma en consideración cuando la impedancia del circuito limita la corriente de contacto, en régimen normal, en caso de defecto simple a valores de 3,5 mA eficaces en C.A., de hasta 100 Hz y 10 mA en C.C., según CEI 60.990.

Para ciertos entornos y ciertas situaciones, por ejemplo emplazamientos médicos (ver los valores límites en la CEI 60.601-1), emplazamientos muy conductores,

zonas húmedas y emplazamientos análogos, los valores límites necesitan ser disminuidos.

## 2.6. Coordinación de los materiales eléctricos y de las medidas de protección con la instalación eléctrica.

La protección es asegurada por una combinación entre las disposiciones constructivas de los materiales, sus dispositivos y la puesta en servicio. Es recomendable que los prescriptores técnicos y los instaladores utilicen las medidas de protección contra los contactos directos e indirectos”.

Los materiales son clasificados en función de su aislamiento y de las posibilidades de su utilización de conformidad a las disposiciones de protección que ofrecen.

Clase de materiales	Marcas del material o instrucciones	Condiciones de conexión de los materiales a instalaciones
Clase 0	Utilización en un entorno no conductor. Utilización con protección por separación eléctrica	Entorno no conductor Separación eléctrica asegurada individualmente por cada material
Clase I	Marcaje del borne de equipotencialidad de protección con el símbolo n.º 5019 de la CEI 60417-2 o las letras PE o la doble coloración verde-amarillo	Unir este borne a la unión equipotencial y de puesta a la tierra existente
Clase II	Marcaje con el símbolo n.º 5172 de la CEI 60417-2 (doble cuadro)	No es necesario considerarlas en las disposiciones relativas a la instalación
Clase III	Marcaje con el símbolo n.º 5180 de la CEI 60417-2 (cifra romana III dentro un diamante)	Sólo para esquemas MBTS o MBTP

**Tabla 3.11** – Clasificación de los materiales en función de su aislamiento y su utilización.

## 2.7. Compensación automática de la energía reactiva.

### 2.7.1. Constitución del equipo de compensación automático.

#### 1. El regulador:

Su función es medir el  $\cos \phi$  de la instalación y dar las órdenes a los contactores para intentar aproximarse lo más posible al  $\cos \phi$  deseado, conectando los distintos escalones de potencia reactiva. Además de esta función, los actuales reguladores Varlogic de Merlin Gerin incorporan funciones complementarias de ayuda al mantenimiento y la instalación.

Los reguladores Varlogic controlan constantemente el  $\cos \phi$  de la instalación, dan las órdenes de conexión y desconexión de los escalones de la batería, para obtener el  $\cos \phi$  deseado.

- La gama Varlogic está formada por tres aparatos:
  - Varlogic R6: regulador de 6 escalones.
  - Varlogic R12: regulador de 12 escalones.
  - Varlogic RC12: regulador de 12 escalones con funciones complementarias de ayuda al mantenimiento.

## 2. Los contactores:

Son los elementos encargados de conectar los distintos condensadores que configuran la batería. El número de escalones que es posible disponer en un equipo de compensación automático depende de las salidas que tenga el regulador.

## 3. Los condensadores:

Son los elementos que aportan la energía reactiva a la instalación. Normalmente la conexión interna de los mismos está hecha en triángulo.

## 4. Los elementos externos:

Para el funcionamiento de un equipo de compensación automático es necesaria la toma de datos de la instalación; son los elementos externos que permiten actuar correctamente al equipo:

### 1- La lectura de intensidad:

Se debe conectar un transformador de intensidad que lea el consumo de la totalidad de la instalación.

### 2- La lectura de tensión:

Normalmente se incorpora en la propia batería, de manera que al efectuar la conexión de potencia de la misma ya se obtiene este valor.

Esta información de la instalación (tensión e intensidad) le permite al regulador efectuar, en todo momento, el cálculo del  $\cos \phi$  existente en la instalación y le capacita para tomar la decisión de conectar o desconectar escalones (grupos) de condensadores.

### 3- También es necesaria la alimentación a 230 V para el circuito de mando de la batería. Las baterías incorporan unos bornes denominados “a, b” para este efecto.

## **2.7.2. Instalación de la batería para la compensación en un embarrado alimentado por varios transformadores.**

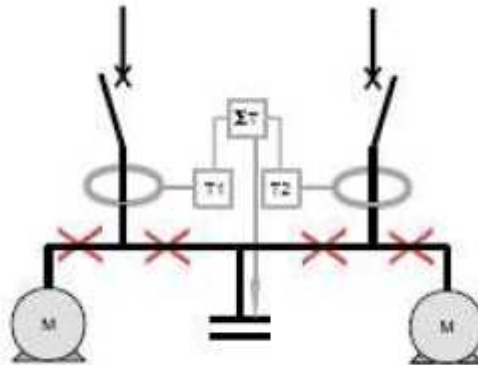
### **Transformadores de distribución iguales.**

En este caso se puede compensar con un única batería, cuyo regulador está alimentado por los transformadores de intensidad individuales a través de un sumador vectorial de las señales de los transformadores de intensidad.

El número máximo de entradas de los sumadores vectoriales es de 5.

Precauciones de instalación:

Si se realiza la compensación con una única batería, la única precaución es: en el momento de realizar la puesta en marcha, la relación C/K, que se debe programar en el regulador, debe considerar la suma de todos los TI que alimentan al sumador.



**Figura 3.8** - Instalación de la batería para la compensación en un embarrado alimentado por varios transformadores.

### 2.7.3. La programación de un regulador.

Los datos que se deben programar en un regulador al realizar la puesta en marcha son los siguientes:

1. El  $\cos \phi$  deseado en la instalación.
2. La relación C/K.

Estos datos son únicos para cada instalación y no se pueden programar de fábrica.

### 2.7.4. Relación C/K.

El regulador es el componente que decide la entrada o salida de los escalones, en función de la potencia reactiva utilizada en aquel momento en la instalación.

Para esta función utiliza tres parámetros:

1. El  $\cos \phi$  deseado.
2. El  $\cos \phi$  que existe en cada momento en la instalación.
3. La intensidad del primer escalón, que es el que marca la regulación mínima de la batería.

La toma de la señal de la intensidad se realiza siempre a través de un transformador de intensidad X/5.

Para que el regulador pueda conectar un escalón u otro, ha de conocer la potencia de cada escalón y consecuentemente su intensidad. La señal permanente, recibida del transformador de intensidad, le permite conocer las necesidades de cada momento.

La acomodación de esta necesidad a la conexión de escalones se realiza por medio de una relación, que llamamos C/K, introducida como un parámetro en el regulador.

### 2.7.5. Recomendaciones de instalación de las baterías de condensadores.

#### 2.7.5.1. Dimensionado de los cables.

1. Sección del cable de conexión de los transformadores de intensidad: 2,5 mm<sup>2</sup> como mínimo.
2. Dimensionado de los cables de potencia como mínimo:
  - Prever 3,5 A por kVAr a 230 V.
  - Prever 2 A por kVAr a 400 V.

#### 2.7.5.2. Conexión del TI.

Circuito de medida de intensidad:

1. Situación del TI:
  - Verificar que el transformador de intensidad esté instalado aguas arriba de la batería y de todas las cargas.
  - Identificar una de las fases como fase 1.
2. Verificación de la correcta conexión de la fase 1 de la batería.  
Cerciorarse que la fase 1 de la batería es la que lleva conectado el transformador de intensidad.

En caso de duda, conectar un voltímetro entre el borne L1 del equipo y la fase donde está el transformador de intensidad.

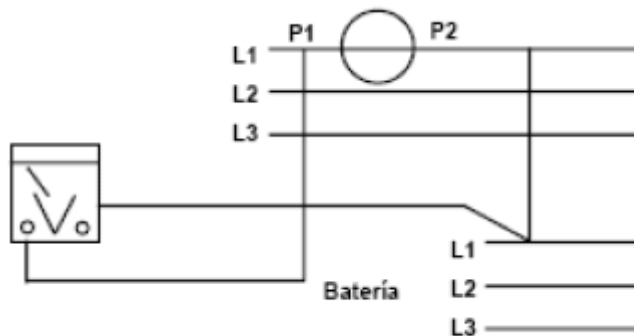


Figura 3.9 – Conexión del voltímetro.

El voltímetro debe marcar 0 V; si no es así, cambie el TI a la fase adecuada, o mantenga el TI en su sitio y permute los cables de potencia de alimentación de la batería hasta alcanzar la posición deseada.

3. Conexión del TI a la batería.  
Conecte los cables provenientes del TI en el regletero del equipo:

S1 en el borne K y S2 en el borne L.

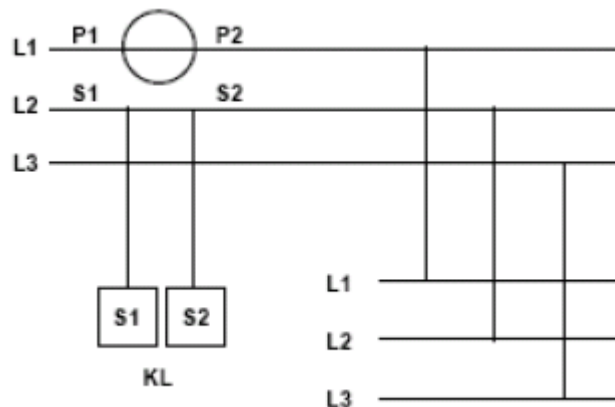


Figura 3.10 – Conexión del Transformador de Intensidad.

Conexión a tierra. Efectuar la conexión al borne identificado en el equipo para esta función.

Conexión de los dos cables de alimentación de la maniobra a los bornes correspondientes.

Comprobación del par de apriete de los bornes de potencia

#### Características de los TI:

- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Tensión de aislamiento: 0,72/3 kV CA.
- Sobrecarga en régimen permanente: 1,2 In.
- Temperatura de trabajo:  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $+50^{\circ}\text{C}$ .
- Clases de precisión:
  - Sección  $20 \times 30$ : clase 3 (excepto 200/5 clase 1).
  - Secciones  $50 \times 80$ ,  $80 \times 100$  y  $80 \times 125$ : clase 1.

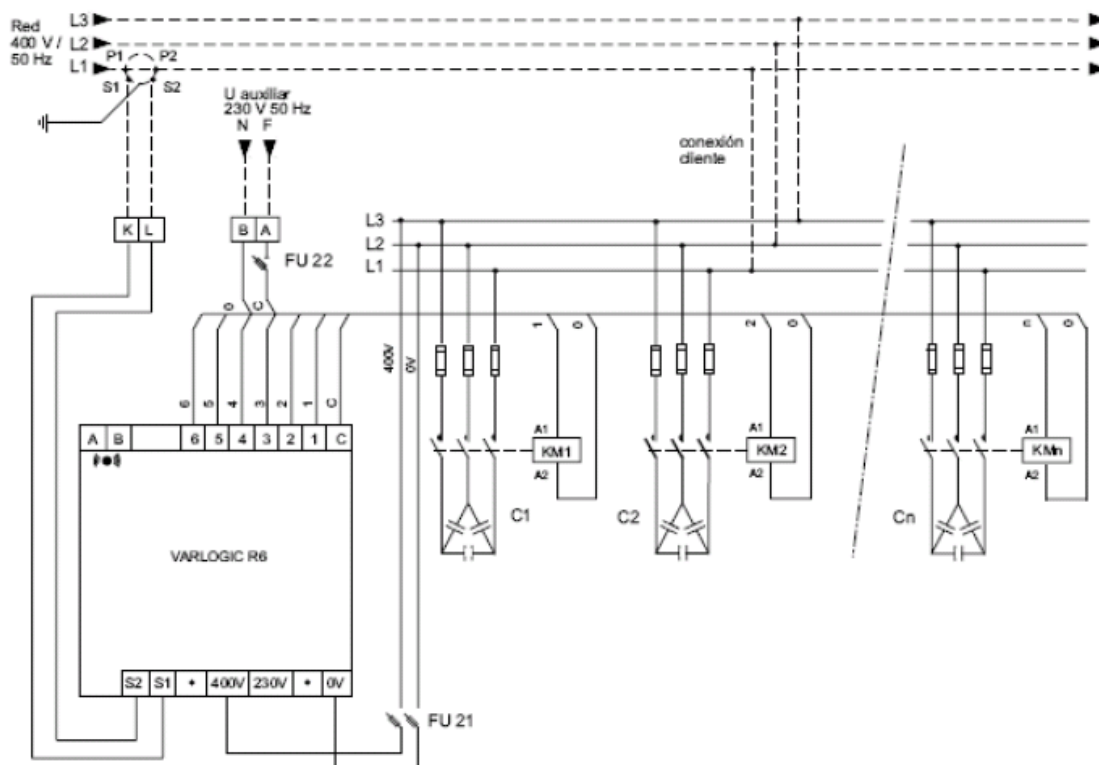
#### Características de los TI sumadores:

- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Tensión de aislamiento: 0,72/3 kV CA.
- Sobrecarga en régimen permanente: 1,2 In.
- Temperatura de trabajo:  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $+50^{\circ}\text{C}$ .
- Clase de precisión: 0,5.
- Potencia: 10 VA.

#### **2.7.6. Esquema tipo de conexión baterías automáticas.**

- C1, C2..., Cn, condensadores.
- KM1, KM2..., KMn, contactores.
- FU21: fusibles de protección circuito de mando.
- Bornas KL: bornas entrada TI.
- Bornas AB: bornas alimentación auxiliar a 230 V, 50 Hz.





**Figura 3.11** – Esquema tipo de conexión baterías automáticas

## 2.8. Aparamenta de protección contra sobreintensidades.

### 2.8.1. Las funciones de los interruptores automáticos.

Este aparato de conexión es capaz de cerrar y abrir un circuito para intensidades por debajo de su poder de corte.

Las funciones a asegurar son:

- Cerrar el circuito.
- Conducir la corriente.
- Abrir el circuito y cortar la corriente.
- Asegurar aislamiento.

Las exigencias de instalación, de optimización de coste, de gestión de la disponibilidad y de seguridad, inducen distintas opciones tecnológicas concernientes al interruptor automático.

### 2.8.2. La norma UNE 60.947-2.

Establece una serie de tests muy completos y representativos de las condiciones reales de explotación de los interruptores. El anexo A, reconoce y define la Coordinación de las Protecciones - Selectividad y Filiación.

El cumplimiento de la norma UNE 60.947-2 por un interruptor es una muestra de la calidad del dispositivo.

**Los principios:**

La norma UNE 60.947-2 es parte de una serie de normas que definen la prescripción del aparellaje eléctrico de Baja Tensión:

1. Las reglas generales UNE 60.947-1, agrupan las definiciones, las prescripciones y los tests comunes a todo el aparellaje industrial BT.
2. Las normas de productos UNE 60.947-2 a 7, tratan las prescripciones y tests específicos del producto.

La norma UNE 60.947-2 se aplica a los interruptores y a sus unidades de control.

Las características de funcionamiento de los interruptores dependen de las unidades de control o de los relés que comandan la apertura en las condiciones definidas.

Esta norma define las características esenciales de los interruptores industriales:

- Su clasificación: modo de empleo, aptitudes al seccionamiento.
- Las características eléctricas de regulación.
- Información del modo de empleo.
- Las cotas de diseño.
- La coordinación entre protecciones industriales (en anexo A).

La norma establece así una serie de tests de conformidad que deben pasar los interruptores.

Estos tests son muy completos y muy cercanos a las condiciones reales de trabajo. El cumplimiento de estos tests con la norma UNE 60.947-2 es verificado por los laboratorios acreditados.

Principales características del anexo K de la UNE 60974-2		
Características de tensión	Ue	Tensión asignada de empleo
	Ui	Tensión asignada de aislamiento
	Uimp	Tensión asignada de resistencia a los choques
Características de intensidad	Ith	Intensidad nominal
	Ithe	Intensidad térmica convencional al aire libre
	Iu	Intensidad térmica convencional en envolvente
Características de cortocircuito	Icm	Poder de cierre
	Icu	Poder de corte último
	Ics	Poder de corte en servicio
	Icw	Intensidad asignada de corta duración admisible
Características de la unidad de control	I <sub>r</sub>	Intensidad de regulación de sobrecarga ajustable
	1,05xI <sub>r</sub>	Intensidad convencional de no disparo
	1,30xI <sub>r</sub>	Intensidad de regulación de disparo instantáneo
	I <sub>i</sub>	Intensidad de regulación de disparo instantáneo
	I <sub>sd</sub>	Intensidad de regulación de disparo de corto retardo

Tabla 3.12 – Principales características del anexo K de la UNE 60974-2.

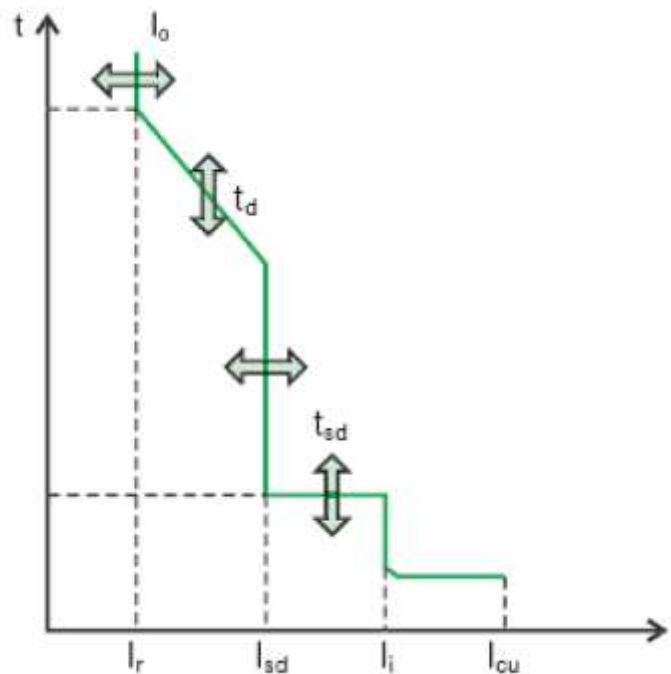


Figura 3.12 – Gráfico de las principales características del anexo K de la UNE 60974-2.

### **Categoría de interruptores**

La norma UNE 60.947-2 define dos categorías de interruptores:

1. Interruptores de categoría A, para los cuales no hay retardo de disparo previsto.

Éstos generalmente son interruptores de caja moldeada, capaces de realizar una selectividad amperimétrica.

2. Interruptores de categoría B, para los cuales es viable realizar una selectividad cronométrica, siendo posible retardar el disparo (hasta 1 s) para todo cortocircuito de valor inferior a la intensidad  $I_{cw}$ .

Es generalmente el caso de interruptores de potencia de caja moldeada de alto calibre. Para los interruptores instalados en los CGBT, es importante tener un  $I_{cw}$  igual al  $I_{cu}$  con el fin de asegurar naturalmente la selectividad a pleno poder de corte último  $I_{cu}$ .

Las características de reglaje son dadas por las curvas de disparo. Estas curvas contienen distintas zonas delimitadas por las siguientes corrientes (definidas en el anexo K de la norma UNE 60.947-2).

#### **2.8.3. Coordinación entre interruptores.**

##### **2.8.3.1. La selectividad.**

Consiste en asegurar la coordinación entre las características de funcionamiento en serie de tal manera que en caso de defecto aguas abajo, sólo el interruptor situado inmediatamente encima del defecto abre.

La UNE 60.947-2 define un valor de intensidad ( $I_s$ ) cuyo valor es límite de selectividad, tal que:

- Si la intensidad de defecto es inferior a este valor ( $I_s$ ), sólo el interruptor D2 abre.
- Si la intensidad de defecto es superior a este valor ( $I_s$ ), los interruptores D1 y D2 abren.

La selectividad sólo puede ser garantizada por el fabricante que recoja sus ensayos en tablas.

La selectividad de las protecciones es un punto clave para la continuidad de servicio.

La selectividad puede ser:

1. Parcial.
2. Total.

Según las características de la asociación de las protecciones.

### 2.8.3.2. Técnicas de selectividad.

#### 2.8.3.2.1. Selectividad amperimétrica.

Esta técnica está directamente ligada a la parametrización de las curvas de desconexión.

Largo retardo (LR) de dos interruptores automáticos en serie.

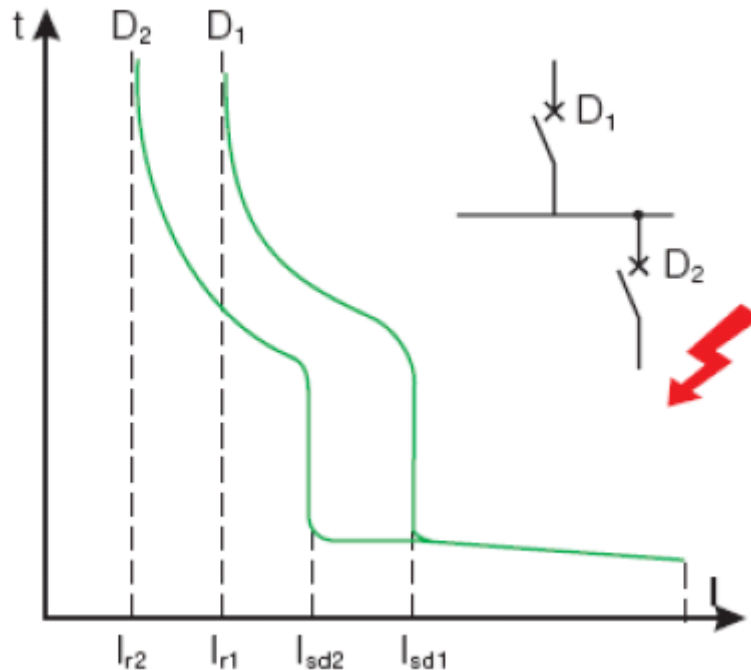


Figura 3.13 – Curvas de desconexión.

El límite de selectividad  $I_s$  es:

- $I_s = I_{sd2}$  si los umbrales  $I_{sd1}$  y  $I_{sd2}$  están demasiado próximos o mezclados.
- $I_s = I_{sd1}$  si los umbrales  $I_{sd1}$  y  $I_{sd2}$  están suficientemente separados.

En general, la selectividad amperimétrica se obtiene cuando:

- $I_{r1} / I_{r2} < 2$ .
- $I_{sd1} / I_{sd2} > 2$ .

El límite de selectividad es:

- $I_s = I_{sd1}$ .

Calidad de la selectividad. La selectividad es total si  $I_s > I_{cc} (D2)$ , es decir,  $I_{sd1} > I_{cc} (D2)$ .

Ello implica generalmente:

- Un nivel  $I_{cc}$  (D2) poco elevado.
- Una importante desviación entre los calibres de los interruptores D1 y D2.

La selectividad amperimétrica es generalmente utilizada en distribución terminal.

#### **2.8.3.2.2. Las reglas de selectividad.**

##### **Protección contra las sobrecargas.**

Cualquiera que sea el valor de la sobreintensidad, la selectividad está asegurada en sobrecarga si el tiempo transcurrido hasta el disparo del interruptor ubicado aguas arriba D1 es superior al tiempo máximo de corte del interruptor D2.

Se cumple la condición si la relación entre las regulaciones largo retardo (LR) y corto retardo (CR) es superior a 2.

El límite de selectividad ( $I_s$ ) debe ser como mínimo igual al umbral de regulación de corto retardo (CR) de aguas arriba.

##### **Protección contra los cortocircuitos.**

###### Selectividad cronométrica.

El disparo del aparato aguas arriba D1 está temporizado a  $\Delta t$ :

- Las condiciones requeridas para la selectividad amperimétrica deben cumplirse.
- La temporización  $\Delta t$  del aparato aguas arriba D1 debe ser suficiente para que el aparato aguas abajo pueda eliminar el defecto.

La selectividad cronométrica permite aumentar el límite de selectividad ( $I_s$ ) hasta el umbral de disparo instantáneo del interruptor aguas arriba D1.

La selectividad será siempre total si el interruptor D1:

- Es de categoría B.
- Tiene una  $I_{cw}$  igual a su  $I_{cu}$ .

La selectividad es total en los otros casos si el umbral de disparo instantáneo del interruptor aguas arriba D1 es superior a la  $I_{cc}$  presunta en D2.

###### Caso general.

No hay reglas generales de selectividad al respecto.

Las curvas tiempo/intensidad muestran “claramente” un valor de  $I_{cc}$  (límite o presunto) inferior al disparo corto retardo del interruptor aguas arriba; la selectividad es, en consecuencia, total.

Si este no es el caso estudiado, sólo los ensayos pueden indicar los límites de la selectividad de la coordinación, en particular cuando los interruptores son de tipo limitador.

La determinación del límite de selectividad ( $I_s$ ) se lleva a cabo mediante la comparación de las curvas:

- En energía de disparo para el interruptor aguas abajo.
- En energía de no disparo para el interruptor aguas arriba. El punto de intersección de las dos curvas muestra el límite de selectividad ( $I_s$ ).

Los constructores indican, en sus tablas, los resultados prácticos de la coordinación.

### **Normas de instalación.**

Las normas nacionales de instalación requieren la implementación de estos principios según el Esquema de Conexión a Tierra considerado, de conformidad con la norma UNE 20.460:

#### Selectividad.

La selectividad se define y establece para cualquier régimen de neutro utilizado y para cualquier tipo de defecto (sobrecarga, cortocircuito, defecto de aislamiento).

## **2.9. Cuadros generales de distribución de BT.**

### **2.9.1. Armarios centralizados de los indicadores de medida de las cargas o receptores.**

#### **La gestión térmica de los cuadros eléctricos.**

##### **Sistema funcional Prisma**

La mayoría de aparatos eléctricos y electrónicos, instalados en los cuadros funcionan correctamente en un rango de temperaturas comprendido entre  $+5^{\circ}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Es muy importante mantener la temperatura interior del cuadro dentro de este rango de valores recomendados.

Hay que tener en cuenta estos valores en:

- El momento del proyecto, diseñando un correcto dimensionado del cuadro.
- La corrección del estado térmico mediante los medios más apropiados.

#### **Cálculo de la temperatura interna de un cuadro.**

El cálculo de la temperatura interna de un cuadro permite verificar que el límite térmico de los aparatos no se rebasa. En caso contrario hay que determinar el método para controlar la temperatura.

**Método según la norma CEI 60.890.**

Esta norma propone un método de cálculo para los cuadros eléctricos en los casos de convección y ventilación. El usuario acudirá a él para cualquier estudio general de un cuadro.

**Control de calidad**

El taller cuadrista facilitará el libre acceso a los talleres o dependencias durante el periodo de montaje de los cuadros, al objeto de supervisar los materiales y procedimientos de trabajo empleados.

**Verificaciones y pruebas en el taller cuadrista**

Se realizará un control dimensional y características generales del armario para comprobar que coincide con los valores del proyecto.

Se realizará un control del cumplimiento de la Normativa solicitando presentación de:

- Certificado de cumplimiento de la gama a las normas citadas anteriormente.
- Certificado de las 3 verificaciones individuales a cada cuadro finalizado por el cuadrista, según normas UNE EN 60.439-1:
  - a) Inspección del cableado y funcionamiento eléctrico, comprobación del montaje al esquema unifilar, embarrados.
  - b) Ensayos dieléctricos de los circuitos principales (salvo los circuitos auxiliares que no puedan someterse a la tensión de ensayo).
  - c) Verificación de las medidas de protección y continuidad eléctrica de los circuitos de protección.

**Verificaciones y pruebas a realizar en obra**

- Repaso general de todo el cuadro, limpieza interior de todos los residuos de la obra, así como revisar el posible olvido de algún útil o herramienta.
- Medida de aislamiento del circuito principal.
- Introducir tensión y verificar la regulación de las protecciones.

**2.10. Calidad de los materiales CT.****2.10.1. Obra civil**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.



### **2.10.2. Aparamenta de Media Tensión**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.  
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas mas expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

### **2.10.3. Transformadores de potencia**

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### **2.10.4. Equipos de medida**

La medida de la energía eléctrica se realizará en el Centro de Seccionamiento existente en la industria.

**2.10.5. Puesta en servicio y mantenimiento.****Puesta en servicio**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

**Separación de servicio**

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

**Mantenimiento**

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM o CGC de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

**2.10.6. Normas de ejecución de las instalaciones**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

**2.10.7. Pruebas reglamentarias**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

**2.10.8. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

**2.10.9. Certificados y documentación**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

**2.10.10. Libro de órdenes**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### **3. Estudio Básico de Seguridad y Salud.**

#### **3.1. Preliminares.**

El R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en obras de construcción.

A efectos de este R.D., la obra proyectada indica que este caso la obligación del promotor a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el supuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 euros.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En nuestro caso solo el presupuesto ya asciende a una cuantía superior.

El estudio de seguridad y salud a que se refiere el apartado 1 del artículo 4 será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

El estudio contendrá, como mínimo los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva de los procedimientos.
- b) Pliego de condiciones particulares.
- c) Planos en los que se desarrollan los gráficos y esquemas necesarios.
- d) Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.
- e) Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

Las designaciones de los coordinadores en materia de seguridad y salud., cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

No obstante, a la espera de que la propiedad designe el técnico competente para la elaboración del estudio de seguridad, se incluye en este proyecto y de acuerdo con el **art. 6 del R.D. 1627/1997**, un Estudio Básico de seguridad y salud que deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

En el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la *Ley 31/1.995* de prevención de Riesgos Laborables.

### **3.2. Memoria.**

#### **3.2.1. Datos de la obra.**

##### **3.2.1.1. Situación de la instalación a realizar.**

La actividad, objeto de éste Proyecto, se llevará a cabo en la Carretera Comarcal 401, Km. 27,800 en Totanés (Toledo), dentro del recinto ya existente perteneciente al contratante Industrias Cárnicas Tello.

##### **Situación del ambulatorio o centro de salud más cercano:**

Consultorio Medico de Gálvez.  
C/ Barranca, 5, 45164 Gálvez.  
Telf: 925 40 05 58

##### **Urgencias:**

Gerencia de Urgencias, Emergencias Y Transporte Sanitario – SECAM.  
Hospital Virgen del Valle, S/N, 45004 Toledo.  
Telf: 925 25 49 55

##### **3.2.1.2. Topografía y entorno.**

##### **Descripción de la parcela o solar y su entorno (calles y accesos):**

La finca se encuentra a 3 km del núcleo urbano más cercano (Gálvez). Se accede a esta por la Carretera Comarcal 401, Km 27,800.

A los alrededores de la finca se encuentran otras industrias con diferentes actividades, así como pequeñas propiedades sin explotar.

**Descripción de la intensidad de circulación de vehículos:**

Intensidad fluida del tráfico pesado en esta zona con principal incidencia durante las primeras horas del día. En el resto del día hay una intensidad media de vehículos ligeros.

**Climatología:**

El clima es continental, con temperaturas bajas al invierno y altas en el verano.

**3.2.1.3. Instalaciones a realizar.**

Las actuaciones que se pretenden realizar en el solar, consisten en la realización de la instalación eléctrica en media y baja tensión e implantación del C.T .

Para ello se dotará a la actividad de los circuitos eléctricos necesarios para cubrir la totalidad de las necesidades funcionales de la misma.

La superficie del solar afectada por la instalación es de 7.600 m<sup>2</sup> aproximadamente.

**3.2.1.4. Presupuesto de ejecución de la contrata de la obra.**

973.051,46 €

**3.2.1.5. Duración de la obra y numero de trabajadores punta.**

La previsión de duración de la obra es de unos 6 meses.

El número de trabajadores punta asciende a unas 6 personas.

**3.2.1.6. Materiales previstos en la construcción.**

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra, tampoco se prevé el uso de productos tóxicos durante el proceso de instalación de maquinaria o tendido de redes.

**3.2.1.7. Datos del encargante.**

Sociedad **INDUSTRIAS CARNICAS TELLO, S.A.**

C.I.F.: A-45.052.800

Domicilio social en Crta. Comarcal 401, Km. 27,800.

Totanés.

Toledo.

**3.2.1.8. Técnico redactor del estudio básico de seguridad y salud.**

Nombre: Kostantino Tulkeridis Soriano.  
Ingeniero Técnico Industrial

**3.2.2. Consideraciones generales de riesgos.****3.2.2.1.Situación de la obra.**

Por la situación, no se generan riesgos.

**3.2.2.2.Topografía y entorno.**

Nivel de riesgo bajo sin condicionantes de riesgo aparentes, tanto para circulación de vehículos, como para la programación de los trabajos en relación con el entorno y sobre el solar.

**3.2.2.3.Instalaciones a realizar.**

Riesgo bajo y normal en todos los componentes de las instalaciones a realizar, tanto por dimensiones de los elementos constructivos como por la altura de trabajo.

**3.2.2.4.Presupuesto de seguridad y salud.**

Debido a las características de la instalación, se entiende incluido en las partidas de ejecución material de la globalidad de la instalación.

**3.2.2.5.Duración de la obra y numero de trabajadores punta.**

Riesgos normales para un calendario de obra normal y un número de trabajadores punta fácil de organizar.

**3.2.2.6.Materiales previstos en la instalación, peligrosidad y toxicidad.**

Todos los materiales componentes de la instalación industrial a realizar, son conocidos y no suponen riesgo adicional tanto por su composición como por sus dimensiones. En cuanto a materiales auxiliares en la instalación, o productos, no se prevén otros que los conocidos y no tóxicos.

**3.2.3. Fases de la instalación.**

En la primera fase, durante las primeras semanas se dedicara a la ubicación del C.T.

Una vez instalados los transformadores, así como todas sus celdas, se pasara a realizar la instalación de los cuadros y subcuadros generales de distribución

Se instalará la batería de condensadores y se cablearan las instalaciones además de realizar la fijación de soportes, tubos y canaletas y bandejas de rejillas.

Una vez realizados estos trabajos, se tirarán las líneas de salidas de los cuadros hacia los receptores y cargas pertinentes.

#### **3.2.4. Análisis y prevención del riesgo en las fases de obra.**

A la vista del conjunto de documentos del proyecto de instalación, se expondrán en primer lugar: los procedimientos y equipos técnicos a utilizar, a continuación, la deducción de riesgos en estos trabajos, las medidas preventivas adecuadas, indicación de las protecciones colectivas necesarias y las protecciones personales exigidas para los trabajadores.

##### **3.2.4.1. Procedimientos y equipos técnicos a utilizar.**

Se realizarán tareas de fijación de soportes, bandejas de rejillas.

Estas tareas se realizan con medios ligeros y herramientas homologadas para tal fin. Se utilizarán escaleras de tijera correctamente aseguradas y calzadas.

Se utilizarán también máquinas herramienta ligera homologada y con certificado CE.

También se utilizarán medios mecánicos para trabajos en altura como plataformas elevadoras.

Se realizarán tareas de tendido de redes eléctricas enterradas, de superficie.

Posteriormente se realizarán tareas de montaje y conexionado de receptores y maquinaria de la propia instalación.

Se utilizarán medios análogos a la fase de montaje de soportes, basados en elevadores.

Se utilizarán medios pesados como camiones grúa y grúas de tonelaje en los casos de la implantación de equipos de más peso.

En a fase de pruebas no se prevé la utilización de maquinaria o herramientas que deban de ser analizadas.

##### **3.2.4.2. Tipos de riesgos.**

Analizados los procedimientos y equipos a utilizar en los distintos trabajos de esta instalación, se deducen los siguientes riesgos:

- Caídas de altura desde escaleras de tijera.
- Caídas de altura desde plataforma elevadora.
- Caídas al mismo nivel en toda la zona de obra especialmente por la acumulación de materiales, herramientas y elementos de protección en el trabajo.
- Caídas de objetos suspendidos o mal fijados. Así como herramientas de otros operarios.
- Atropellos durante el desplazamiento de la plataforma elevadora móvil, y camiones grúa durante las tareas.



- Golpes con objetos o útiles de trabajo en todo el proceso de la obra.
- Generación de polvo.
- Proyección de partículas durante casi todos los trabajos.
- Explosiones e incendios fortuitos.
- Electrocuciones en el manejo de herramientas y sobre la red de alimentación eléctrica.
- Esguinces, salpicaduras y pinchazos, a lo largo de toda la obra.
- Efectos de ambiente con polvo a lo largo de toda la obra.

#### **3.2.4.3. Medidas preventivas en la organización del trabajo.**

Partiendo de una organización de la obra donde el plan de seguridad del trabajo sea conocido lo mas ampliamente posible, que el jefe de la instalación dirija su implantación y que el encargado de la misma realice las operaciones de su puesta en práctica y verificación, para esta instalación las medidas preventivas se impondrán según las líneas siguientes:

Normativa de prevención dirigida y entregada a los operarios de las máquinas y herramientas para su aplicación en todo su funcionamiento.

Cuidar del cumplimiento de la normativa vigente en el:

- Manejo de máquinas y herramientas.
- Manejo de maquinaria pesada.
- Movimiento de materiales y cargas.
- Utilización de los medios auxiliares.
- Mantener los medios auxiliares y las herramientas en buen estado de conservación.
- Disposición y ordenamiento del tráfico de vehículos y de aceras y pasos para los trabajadores.
- Señalización de la obra en su generalidad y de acuerdo con la normativa vigente.
- Protección de huecos en general para evitar caídas de objetos.
- Asegurar la entrada y salida de materiales de forma organizada y coordinada con los trabajos de realización de la instalación.
- Orden y limpieza en toda la instalación.
- Delimitación de las zonas de trabajo y cercado si es necesaria la prevención.
- En trabajos de altura. Utilización de plataformas elevadoras homologadas y correctamente protegidas, así como escaleras correctamente calzadas.

#### **3.2.4.4. Protecciones colectivas.**

Las protecciones colectivas necesarias se estudiarán sobre los planos del proyecto y en consideración a las partidas de obra en cuanto a los tipos de riesgos indicados anteriormente y a las necesidades de los trabajadores. Las protecciones previstas son:

- Señales normalizadas para el tránsito de vehículos.
- Valla de obra delimitando y protegiendo el centro de trabajo.

- Se comprobará que todas las máquinas y herramientas disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la normativa vigente.
- Enclavamiento de interruptores generales en cuadros de distribución eléctrica, con el fin de evitar electrocuciones accidentales.

#### **3.2.4.5. Protecciones personales.**

Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos desde el proyecto son las siguientes:

- Protección del cuerpo de acuerdo con la climatología mediante ropa de trabajo adecuada.
- Protección del trabajador en su cabeza, extremidades, ojos y contra caídas de altura con los siguientes medios:
  - Casco
  - Cinturón de seguridad.
  - Gafas antipartículas.
  - Pantalla de soldadura eléctrica.
  - Gafas para soldadura autógena.
  - Guantes finos de goma para contactos con el hormigón.
  - Guantes de cuero para manejo de materiales.
  - Guantes de soldador.
  - Mandil.
  - Polainas.
  - Gafas anti polvo.
  - Botas de agua.
  - Impermeables.
  - Protectores gomados.
- Protectores contra ruido mediante elementos normalizados.
- Complementos de calzado, polainas y mandiles.

#### **3.2.5. Análisis y prevención de los riesgos en los medios y en la maquinaria.**

##### **3.2.5.1. Medios auxiliares.**

Los medios auxiliares previstos en la realización de esta obra son:

- Plataforma elevadora.
- Escaleras de mano.
- Maquinaria pesada.
- Otros medios sencillos de uso corriente.

De estos medios, la ordenación de la prevención se realizará mediante la aplicación de la Ordenanza de trabajo y la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, ya que tanto los andamios como las escaleras de mano están totalmente normalizados.

Referente a la plataforma elevadora, se utilizará un modelo normalizado, y dispondrá de las protecciones colectivas de: barandillas, enganches para cinturón de seguridad y demás elementos de uso corriente.

La maquinaria pesada utilizada, como en el caso de grúas, dispondrá de elementos de balizamiento y señalización acústica de movimiento así como cuantos requerimientos de seguridad le sean de aplicación en relación a la presente Ley.

#### **3.2.5.2. Maquinaria y herramientas.**

La maquinaria prevista a utilizar en esta obra es la siguiente:

- Plataforma elevadora
- Martillo picador.
- Camiones de tamaño medio.
- Grúa telescópica propulsada.

La previsión de utilización de herramientas es:

- Sierras radiales.
- Taladros percutores.
- Herramientas manuales diversas.

La prevención sobre la utilización de estas máquinas y herramientas se desarrollará en el Plan de seguridad de acuerdo con los siguientes principios:

##### **1) Reglamentación oficial.**

Se cumplirá lo indicado en el Reglamento de máquinas, en los I.T.C. correspondientes, y con las especificaciones de los fabricantes.

En el plan de seguridad se hará especial hincapié en las normas de seguridad sobre uso de la plataforma elevadora.

##### **2) Las máquinas y herramientas a utilizar en la instalación dispondrán de su folleto de instrucciones de manejo que incluye:**

- Riesgos que entraña para los trabajadores.
- Modo de uso con seguridad.

##### **3) No se prevé la utilización de máquinas sin reglamentar.**

#### **3.2.6. Análisis y prevención de riesgos catastróficos.**

El único riesgo catastrófico previsto es el de incendio o explosión. Por otra parte no se espera la acumulación de materiales con alta carga de fuego durante la ejecución de las obras.

El riesgo considerado posible se cubrirá con las siguientes medidas:

- Realizar revisiones periódicas en la instalación eléctrica de la obra.
- Colocar en los lugares, o locales, independientes aquellos productos muy inflamables con señalización expresa sobre su mayor riesgo.

- Prohibir hacer fuego dentro del recinto de la obra; caso de necesitar calentarse algún trabajador, debe hacerse de una forma controlada y siempre en recipientes, bidones por ejemplo, en donde se mantendrán las ascuas.
- Disponer en la obra de extintores, mejor polivalentes, situados en lugares

### **3.2.7. Cálculos de los medios de seguridad.**

El cálculo de los medios de seguridad se realiza de acuerdo con lo establecido en el **R.D. 1.627/1.997 de 24 de Octubre** y partiendo de las experiencias en instalaciones similares.

### **3.2.8. Medicina preventiva y primeros auxilios.**

#### **1) Medicina preventiva.**

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que tratan la medicina del trabajo y la higiene industrial.

Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación medica de los trabajadores.

#### **2) Primeros auxilios.**

Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia situado en los vestuarios, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

Como Centros Médicos de urgencia próximos a la obra se señalan los siguientes:

#### **Situación del ambulatorio o centro de salud más cercano:**

Consultorio Medico de Gálvez.  
C/ Barranca, 5, 45164 Gálvez.  
Telf: 925 40 05 58

#### **Urgencias:**

Gerencia de Urgencias, Emergencias Y Transporte Sanitario – SECAM.  
Hospital Virgen del Valle, S/N, 45004 Toledo.  
Telf: 925 25 49 55

### **3.2.9. Formación sobre seguridad.**

El plan de seguridad a realizar especificará el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos conozcan el mismo. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad.

# MEDICIONES

### INDICE - Mediciones

1. C01 - Instalación eléctrica.	288
2. C02 - Centro de transformación.	289
3. C03 - Sistema de compensación de energía reactiva.	289
4. C04 - Iluminación interior.	289
5. C05 - Cuadros eléctricos.	289
6. C06 - Red de tierras.	298
7. C07 - Equipos varios.	299

C01		Instalación Eléctrica	
Código	Ud	Resumen	Cantidad
S01.01		Cables Eléctricos	
D01.01.01	m.l	Conductor unipolar Cu 240 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	400
D01.01.02	m.l	Conductor unipolar Cu 300 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.260,00
D01.01.03	m.l	Conductor unipolar Cu 1.5 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10
D01.01.04	m.l	Conductor unipolar Cu 2.5 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	20
D01.01.05	m.l	Conductor unipolar Cu 4 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10
D01.01.06	m.l	Conductor unipolar Cu 6 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10
D01.01.07	m.l	Conductor unipolar Cu 10 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10
D01.01.08	m.l	Conductor unipolar Cu 16 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10
D01.01.09	m.l	Conductor unipolar Cu 25 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10
D01.01.10	m.l	Conductor unipolar Cu 70 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10
D01.01.11	m.l	Conductor unipolar Cu 120 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	100
D01.01.12	m.l	Conductor unipolar Cu 150 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	320
D01.01.13	m.l	Manguera 4x2,5+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.740,00
D01.01.14	m.l	Manguera 4x4+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.100,00
D01.01.15	m.l	Manguera 4x16+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	160
D01.01.16	m.l	Manguera 4x25+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	580
D01.01.17	m.l	Manguera 4x35+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	240
D01.01.18	m.l	Manguera 4x70+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	250
D01.01.19	m.l	Manguera 2x1,5+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	2.000,00
D01.01.20	m.l	Manguera 2x2,5+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	2.410,00
D01.01.21	m.l	Manguera 2x4+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.140,00
D01.01.22	m.l	Manguera 2x6+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.030,00
D01.01.23	m.l	Manguera 2x10+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	400
S01.02		Canalizaciones Eléctricas	
D01.02.01	m.l	Bandeja Metálica de Rejilla de 100x35 mm-Acero Galvanizado	550
D01.02.02	m.l	Bandeja Metálica de Rejilla de 300x60 mm-Acero Galvanizado	20
D01.02.03	m.l	Bandeja Metálica de Rejilla de 400x60 mm-Acero Galvanizado	180
D01.02.04	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 25x25	1.800,00

## Mediciones

D01.02.05	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 40x40	800
D01.02.06	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 40x60	150
D01.02.07	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 100x200	5

**C02 Centro de Transformación**

Código	Ud	Resumen	Cantidad
S02.01	ud	Entrada / Salida 1: CGM-CML-24	1
S02.02	ud	Protección Transformador 1: CGM-CMP-F-24	1
S02.03	ud	Protección Transformador 2: CGM-CMP-F-24	1
S02.04	ud	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 18/30 kV	1
S02.05	ud	Puentes MT Transformador 2: Cables MT 18/30 kV	1
S02.06	ud	Transformador 1: Transformador seco 20 kV	1
S02.07	ud	Transformador 2: Transformador seco 20 kV	1
S02.08	ud	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra	1

**C03 Sistema de Compensación de Energía Reactiva**

Código	Ud	Resumen	Cantidad
S03.01	ud	RECTIMAT 2 SAH 765 kVAr	1

**C04 Iluminación Interior**

S04.01	ud	Pantallas f. Estanca 2x58 W	356
S04.02	ud	Pantallas f. Estanca 2x36 W	66
S04.03	ud	Pant f. Estanca Baja Temperatura 1x58 W	8
S04.04	ud	Luminaria Emergencia Hombre en Cámara	4
S04.05	ud	Luminaria emergencia IP-42 45 lum.	54
S04.06	ud	Luminaria Emergencia IP-65 155 lum.	9
S04.07	ud	Luminaria Emergencia IP-65 350 lum.	59
S04.08	ud	Pto. Luz pantalla f. empotrar 4x18 W	6
S04.09	ud	Pto. Luz pantalla f. empotrar 2x18 W	19
S04.10	ud	Pto. Luz pantalla f. empotrar estancia 1x18 W	23

**C05 Cuadros Eléctricos**

Código	Ud	Resumen	Cantidad
S05.01		CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION ( C.G.B.T )	
D05.01.01	ud	NS1600 N 4P FIJO F.A. MICROLOGIC5.0	2
D05.01.02	ud	NS2000 4P TIPO N	1
D05.01.03	ud	MICROLOGIC 5.0	1
D05.01.04	ud	NS1250 N 4P FIJO F.A. MICROLOGIC5.0	2
D05.01.05	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	2
D05.01.06	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	2
D05.01.07	ud	NSX160N 4P SR Bloque de corte	2
D05.01.08	ud	Bloque Vigi ME 4P 200-440V CA 0,3A NSX100/160	2
D05.01.09	ud	C120N C 4P 100A	3
D05.01.10	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	3
D05.01.11	ud	C60N C 4P 63A	1
D05.01.12	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.01.13	ud	C60N C 4P 50A	2



D05.01.14	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	2
D05.01.15	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.01.16	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.01.17	ud	C60N C 2P 10A	6
D05.01.18	ud	C60N C 2P 6A	3
D05.01.19	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.01.20	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.01.21	ud	C60N C 2P 10A	2
D05.01.22	ud	C60N C 2P 6A	7
D05.01.23	ud	C60N C 4P 20A	1
D05.01.24	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.01.25	ud	C60N C 2P 10A	4
D05.01.26	ud	C60N C 2P 6A	5
D05.01.27	ud	C60N C 4P 16A	1
D05.01.28	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.01.29	ud	C60N C 2P 10A	9
D05.01.30	ud	C120N C 4P 100A	1
D05.01.31	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1
D05.01.32	ud	C60N C 4P 20A	6
D05.01.33	ud	C120N C 4P 80A	1
D05.01.34	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1
D05.01.35	ud	C60N C 4P 16A	5
D05.01.36	ud	C60N C 4P 10A	2
D05.01.37	ud	C60N C 4P 6A	2
D05.01.38	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.01.39	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.01.40	ud	C60N C 2P 6A	6
D05.01.41	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.01.42	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.01.43	ud	C60N C 4P 20A	4
D05.01.44	ud	Placa soporte NS1600 vertical fijo	2
D05.01.45	ud	PLAST.NS1600 V.FIXE TEL.SP	2
D05.01.46	ud	Tapa plena, 4 módulos, alto 200 mm	2
D05.01.47	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.01.48	ud	Compartimentación llegada cables anterior NS1600 vertical f	2
D05.01.49	ud	PLETINAS ANTERIORES DE CANTO NT 630/1600 4P PANTALLA CUBRECÁMARAS CORTE, NS800/1600 4	2
D05.01.50	ud	POL	2
D05.01.51	ud	PLETINAS COMPLEMENTARIAS CABLES NT 4P	2
D05.01.52	ud	1 espárrago aislante fijación de pletinas	2
D05.01.53	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW, profundida	2
D05.01.54	ud	Conexión prefabricada NS1600 vertical fijo 4 polos al JdB L	2
D05.01.55	ud	Placa soporte NS1600b-3200/Interpact INS-INV800-1600, Inter	1
D05.01.56	ud	Tapa perforada NS1600b-NS3200	1
D05.01.57	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1
D05.01.58	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1
D05.01.59	ud	Soporte voladizo para JdB (barra espesor 5/10 mm)	2
D05.01.60	ud	Soporte para barras de canto prolongación de polos NW, entr	1
D05.01.61	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW, profundida	1

D05.01.62	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW adicional p	1
D05.01.63	ud	Placa soporte NS1600 vertical fijo	2
D05.01.64	ud	PLAST.NS1600 V.FIXE TEL.SP	2
D05.01.65	ud	Tapa plena, 4 módulos, alto 200 mm	2
D05.01.66	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.01.67	ud	Compartimentación llegada cables anterior NS1600 vertical f	2
D05.01.68	ud	PLETINAS ANTERIORES DE CANTO NT 630/1600 4P PANTALLA CUBRECÁMARAS CORTE, NS800/1600 4	2
D05.01.69	ud	POL	2
D05.01.70	ud	PLETINAS COMPLEMENTARIAS CABLES NT 4P	2
D05.01.71	ud	1 espárrago aislante fijación de pletinas	2
D05.01.72	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW, profundida	2
D05.01.73	ud	Conexión prefabricada NS1250 vertical fijo 4 polos al JdB L	2
D05.01.74	ud	Placa soporte 3 NS-INS250 vertical fijo mando maneta	1
D05.01.75	ud	Tapa perforada 3 NS250 Vigi vertical mando maneta	1
D05.01.76	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	1
D05.01.77	ud	Repartidor Polypact 4 polos con conexión NS250 fijo mando m	1
D05.01.78	ud	Cubrebornes largos 4P NSX100-250 INV/INS	1
D05.01.79	ud	Carril modular regulable en profundidad	2
D05.01.80	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	2
D05.01.81	ud	Carril modular	1
D05.01.82	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.01.83	ud	Carril modular	5
D05.01.84	ud	Tapa aparamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	5
D05.01.85	ud	Carril modular regulable en profundidad	1
D05.01.86	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.01.87	ud	Carril modular	1
D05.01.88	ud	Tapa aparamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	1
D05.01.89	ud	Carril modular regulable en profundidad	1
D05.01.90	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.01.91	ud	Carril modular	4
D05.01.92	ud	Tapa aparamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	4
D05.01.93	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.01.94	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	1
D05.01.95	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	1
D05.01.96	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1
D05.01.97	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1
D05.01.98	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1
D05.01.99	ud	Armadura P, ancho 650 + 150 mm, profundidad 600 mm, alto 2	2
D05.01.100	ud	Puerta embellecedor P IP42, ancho 800 mm	2
D05.01.101	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 800 mm	2
D05.01.102	ud	Techo P IP42, ancho 800 mm, profundidad 600 mm	2
D05.01.103	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	2
D05.01.104	ud	Armadura P, ancho 300 mm, profundidad 600 mm, alto 2 m	1
D05.01.105	ud	Puerta plena P IP42, ancho 300 mm	1
D05.01.106	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 300 mm	1
D05.01.107	ud	Techo P IP42, ancho 300 mm, profundidad 600 mm	1
D05.01.108	ud	Armadura P, ancho 650 + 150 mm, profundidad 600 mm, alto 2	2

D05.01.109	ud	Puerta embellecedor P IP42, ancho 800 mm	2
D05.01.110	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 800 mm	2
D05.01.111	ud	Techo P IP42, ancho 800 mm, profundidad 600 mm	2
D05.01.112	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	2
D05.01.113	ud	Armadura P, ancho 300 mm, profundidad 600 mm, alto 2 m	1
D05.01.114	ud	Puerta plena P IP42, ancho 300 mm	1
D05.01.115	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 300 mm	1
D05.01.116	ud	Techo P IP42, ancho 300 mm, profundidad 600 mm	1
D05.01.117	ud	2 paredes laterales P IP42, profundidad 600 mm	1
D05.01.118	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	2
D05.01.119	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	6
D05.01.120	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1
D05.01.121	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	1
D05.01.122	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1
D05.01.123	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	4
D05.01.124	ud	Perfil Linergy para juego de barras vertical 1600 A, longit	16
D05.01.125	ud	Soporte vertical del juego de barras Linergy en pasillo lat	12
D05.01.126	ud	Barra de cobre plana ancho 100 mm x espesor 10 mm, longitud	8
D05.01.127	ud	1 empalme para barras horizontales, ancho 80/100 mm	4
D05.01.128	ud	Conexión 1600 A del JdB horiz de espesor 10 mm al JdB	32
D05.01.129	ud	Liner	8
D05.01.130	ud	Barra de cobre plana ancho 100 mm x espesor 10 mm, longitud	4
D05.01.131	ud	1 empalme para barras horizontales, ancho 80/100 mm	2
D05.01.132	ud	Perfil Linergy para juego de barras vertical 800 A, longitu	2
D05.01.133	ud	3 soportes para conductor PE vertical Linergy	2
D05.01.134	ud	Barra de cobre perforada PE 50 x 5 lcu superior a 40 kA ef/	2
D05.01.135	ud	2 soportes para conductor PE horizontal	2
D05.01.136	ud	2 conexiones PE horizontal/PE vertical	2
D05.01.137	ud	20 tornillos Linergy M8 + 20 tuercas para barras, longitud	4
D05.01.138	ud	4 soportes para la fijación de cables, profundidad 400 mm	2
D05.01.139	ud	4 soportes para la fijación de cables, profundidad 200 mm p	2
D05.01.140	ud	4 soportes para la fijación de cables, ancho 300 mm	2
D05.01.141	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	2
D05.01.142	ud	Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	2
D05.01.143	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	1
D05.01.144	ud	Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	1
D05.01.145	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	2
S05.02		Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	2
D05.02.01	ud	SUBCUADRO C-1: ACONDICIONADO	1
D05.02.02	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.02.03	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
	ud	C60N C 2P 16A	6

D05.02.04	ud	C60N C 4P 32A	1
D05.02.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.02.06	ud	C60N C 2P 16A	4
D05.02.07	ud	C60N C 2P 6A	2
D05.02.08	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.02.09	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.02.10	ud	C60N C 4P 10A	6
D05.02.11	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.02.12	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.02.13	ud	C60N C 4P 10A	6
D05.02.14	ud	C60N C 4P 40A	1
D05.02.15	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.02.16	ud	C60N C 4P 20A	2
D05.02.17	ud	C60N C 4P 10A	3
D05.02.18	ud	C60N C 2P 10A	1
D05.02.19	ud	Carril modular	6
D05.02.20	ud	Tapa apartamento modular, 3 módulos, alto 150 mm	6
D05.02.21	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	3
		Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	
D05.02.22	ud	m	1
D05.02.23	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 650 mm	1
D05.02.24	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 650 mm	1
D05.02.25	ud	Techo P IP55, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1
D05.02.26	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1
D05.02.27	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1
D05.02.28	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	6
S05.03		SUBCUADRO C-2: ENTRECUBIERTA	1
D05.03.01	ud	C60N C 4P 32A	1
D05.03.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.03.03	ud	C60N C 2P 10A	9
D05.03.04	ud	C60N C 4P 50A	1
D05.03.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.03.06	ud	C60N C 4P 20A	2
D05.03.07	ud	C60N C 4P 16A	2
D05.03.08	ud	C60N C 2P 16A	2
D05.03.09	ud	Carril modular	2
D05.03.10	ud	Tapa apartamento modular, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.03.11	ud	Carril modular	1
D05.03.12	ud	Tapa apartamento modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.03.13	ud	Carril modular	1
D05.03.14	ud	Tapa apartamento modular, 3 módulos, alto 150 mm	1
D05.03.15	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	3
D05.03.16	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1
		Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	
D05.03.17	ud	m	1
D05.03.18	ud	Puerta transparente P IP54, ancho 650 mm	1
D05.03.19	ud	Fondo atornillado P IP54, ancho 650 mm	1
D05.03.20	ud	Techo P IP54, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1
D05.03.21	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1
D05.03.22	ud	2 paredes laterales P IP54, profundidad 400 mm	1
D05.03.23	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	4

S05.04		SUBCUADRO C-3: LONCHEADO Y PELADO	
D05.04.01	ud	C60N C 4P 50A	1
D05.04.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.03	ud	C60N C 2P 25A	4
D05.04.04	ud	C60N C 2P 16A	1
D05.04.05	ud	C60N C 2P 6A	1
D05.04.06	ud	C60N C 4P 40A	1
D05.04.07	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.08	ud	C60N C 2P 10A	9
D05.04.09	ud	C60N C 4P 32A	1
D05.04.10	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.11	ud	C60N C 2P 10A	9
D05.04.12	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	1
D05.04.13	ud	NSX250F 4P SR Bloque de corte	1
D05.04.14	ud	Bloque Vigi MH 4P 220-440V CA 0,03-10A NSX250	1
D05.04.15	ud	Appareil à assembler	1
D05.04.16	ud	C60N C 4P 50A	4
D05.04.17	ud	Micrologic 2.3 250A 4P4R NSX400/630	1
D05.04.18	ud	NSX400N 4P SR Bloque de corte	1
D05.04.19	ud	Bloque Vigi MB 4P 440-550V CA 0,3-30ANSX400/630	1
D05.04.20	ud	Appareil à assembler	1
D05.04.21	ud	C120N C 4P 80A	1
D05.04.22	ud	C60N C 4P 63A	6
D05.04.23	ud	C60N C 4P 20A	2
D05.04.24	ud	C60N C 4P 50A	1
D05.04.25	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.26	ud	C60N C 4P 25A	2
D05.04.27	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.04.28	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.29	ud	C60N C 4P 16A	4
D05.04.30	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.04.31	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.32	ud	C60N C 4P 16A	6
D05.04.33	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.04.34	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.35	ud	C60N C 4P 16A	6
D05.04.36	ud	C120N C 4P 80A	1
D05.04.37	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1
D05.04.38	ud	C60N C 4P 25A	4
D05.04.39	ud	C60N C 4P 20A	2
D05.04.40	ud	C120N C 4P 80A	1
D05.04.41	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1
D05.04.42	ud	C60N C 4P 25A	4
D05.04.43	ud	C60N C 4P 20A	2
D05.04.44	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.04.45	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.46	ud	C60N C 4P 16A	6
D05.04.47	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	1
D05.04.48	ud	NSX160F 4P SR Bloque de corte	1
D05.04.49	ud	Bloque Vigi ME 4P 200-440V CA 0,3A NSX100/160	1
D05.04.50	ud	Appareil à assembler	1
D05.04.51	ud	C60N C 4P 20A	9
D05.04.52	ud	C60N C 4P 25A	1

D05.04.53	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.54	ud	C60N C 2P 20A	9
D05.04.55	ud	C60N C 4P 32A	1
D05.04.56	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.04.57	ud	C60N C 2P 25A	6
D05.04.58	ud	Carril modular	1
D05.04.59	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.04.60	ud	Carril modular	3
D05.04.61	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	3
D05.04.62	ud	Placa soporte 3 NS-INS250 vertical fijo mando maneta	1
D05.04.63	ud	Tapa perforada 3 NS250 Vigi vertical mando maneta	1
D05.04.64	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1
D05.04.65	ud	Repartidor Polypact 4 polos con conexión NS250 fijo mando m	1
D05.04.66	ud	Cubrebornes largos 4P NSX100-250 INV/INS	1
D05.04.67	ud	Carril modular	1
D05.04.68	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.04.69	ud	Placa soporte NS-INS630 horizontal fijo mando maneta, 4 pol	1
D05.04.70	ud	PLAST.NSX630 HORIZONTAL 4P	1
D05.04.71	ud	Conexión prefabricada NS630 horizontal fijo mando maneta 4	1
D05.04.72	ud	Cubrebornes largos 4P NSX400/630 INV/INS	1
D05.04.73	ud	Carril modular regulable en profundidad	1
D05.04.74	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.04.75	ud	Carril modular	1
D05.04.76	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.04.77	ud	Carril modular	1
D05.04.78	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	1
D05.04.79	ud	Carril modular	1
D05.04.80	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.04.81	ud	Carril modular	4
D05.04.82	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	4
D05.04.83	ud	Carril modular regulable en profundidad	1
D05.04.84	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.04.85	ud	Carril modular	1
D05.04.86	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	1
D05.04.87	ud	Carril modular regulable en profundidad	1
D05.04.88	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.04.89	ud	Carril modular	3
D05.04.90	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	3
D05.04.91	ud	Placa soporte 3 NS-INS250 vertical fijo mando maneta	1
D05.04.92	ud	Tapa perforada 3 NS250 Vigi vertical mando maneta	1
D05.04.93	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	1
D05.04.94	ud	Repartidor Polypact 4 polos con conexión NS250 fijo mando m	1
D05.04.95	ud	Cubrebornes largos 4P NSX100-250 INV/INS	1
D05.04.96	ud	Carril modular	4
D05.04.97	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	4
D05.04.98	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.04.99	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	2
D05.04.100	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1
D05.04.101	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1
D05.04.102	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	5
D05.04.103	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1

D05.04.104	ud	Armadura P, ancho 650 + 150 mm, profundidad 400 mm, alto 2	4
D05.04.105	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 800 mm + pantalla ancho 1	4
D05.04.106	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 800 mm	4
D05.04.107	ud	Techo P IP55, ancho 800 mm, profundidad 400 mm	4
D05.04.108	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	4
D05.04.109	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1
D05.04.110	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	5
D05.04.111	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1
D05.04.112	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	7
D05.04.113	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1
D05.04.114	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	1
D05.04.115	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1
D05.04.116	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	7
D05.04.117	ud	Perfil Linergy para juego de barras vertical 1600 A, longit	16
D05.04.118	ud	Soporte vertical del juego de barras Linergy en pasillo lat Barra de cobre plana ancho 100 mm x espesor 10 mm, longitud	12
D05.04.119	ud	longitud	8
D05.04.120	ud	1 empalme para barras horizontales, ancho 80/100 mm Conexión 1600 A del JdB horiz de espesor 10 mm al JdB	4
D05.04.121	ud	Liner	32
D05.04.122	ud	20 tornillos Linergy M8 + 20 tuercas para barras, longitud	4
D05.04.123	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	4
D05.04.124	ud	Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	4
S05.05		SUBCUADRO C-4: RECEPCION	
D05.05.01	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.05.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.05.03	ud	C60N C 2P 10A	9
D05.05.04	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.05.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.05.06	ud	C60N C 2P 20A	4
D05.05.07	ud	C60N C 2P 10A	2
D05.05.08	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.05.09	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.05.10	ud	C60N C 4P 16A	6
D05.05.11	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.05.12	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.05.13	ud	C60N C 4P 16A	6
D05.05.14	ud	C120N C 4P 80A	1
D05.05.15	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A	1
D05.05.16	ud	C60N C 4P 25A	3
D05.05.17	ud	C60N C 4P 16A	2
D05.05.18	ud	C60N C 2P 16A	1
D05.05.19	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.05.20	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.05.21	ud	C60N C 2P 25A	2
D05.05.22	ud	C60N C 2P 20A	4
D05.05.23	ud	Carril modular	5
D05.05.24	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	5
D05.05.25	ud	Carril modular regulable en profundidad	1

D05.05.26	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.05.27	ud	Carril modular	2
D05.05.28	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.05.29	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	1
D05.05.30	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1
D05.05.31	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1
D05.05.32	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 650 mm	1
D05.05.33	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 650 mm	1
D05.05.34	ud	Techo P IP55, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1
D05.05.35	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1
D05.05.36	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1
D05.05.37	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	5
D05.05.38	ud	Repartidor Distribloc 4 polos 125 A, 13 salidas por fase	1
D05.05.39	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	2
S05.06		SUBCUADRO C-5: EXPEDICION	
D05.06.01	ud	C60N C 4P 40A	1
D05.06.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.06.03	ud	C60N C 2P 25A	4
D05.06.04	ud	C60N C 2P 10A	5
D05.06.05	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.06.06	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.06.07	ud	C60N C 4P 16A	6
D05.06.08	ud	C60N C 4P 50A	1
D05.06.09	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.06.10	ud	C60N C 4P 20A	2
D05.06.11	ud	C60N C 4P 16A	4
D05.06.12	ud	C60N C 4P 25A	1
D05.06.13	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.06.14	ud	C60N C 2P 25A	6
D05.06.15	ud	Carril modular	3
D05.06.16	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	3
D05.06.17	ud	Carril modular	1
D05.06.18	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1
D05.06.19	ud	Carril modular	2
D05.06.20	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.06.21	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	2
D05.06.22	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1
D05.06.23	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1
D05.06.24	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 650 mm	1
D05.06.25	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 650 mm	1
D05.06.26	ud	Techo P IP55, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1
D05.06.27	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1
D05.06.28	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1
D05.06.29	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	6
S05.07		SUBCUADRO C-6: PASARE/AIRE	
D05.07.01	ud	C60N C 4P 40A	1
D05.07.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.07.03	ud	C60N C 2P 16A	4



D05.07.04	ud	C60N C 2P 6A	5
D05.07.05	ud	C60N C 4P 40A	1
D05.07.06	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.07.07	ud	C60N C 4P 20A	4
D05.07.08	ud	C60N C 2P 20A	2
D05.07.09	ud	Carril modular	3
D05.07.10	ud	Tapa apartamento modular, 3 módulos, alto 150 mm	3
D05.07.11	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	4
D05.07.12	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1
		Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	
D05.07.13	ud		1
D05.07.14	ud	Puerta transparente P IP54, ancho 650 mm	1
D05.07.15	ud	Fondo atornillado P IP54, ancho 650 mm	1
D05.07.16	ud	Techo P IP54, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1
D05.07.17	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1
D05.07.18	ud	2 paredes laterales P IP54, profundidad 400 mm	1
D05.07.19	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	3
S05.08		SUBCUADRO C-7: VESTUARIOS	
D05.08.01	ud	C60N C 4P 16A	1
D05.08.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.08.03	ud	C60N C 2P 10A	6
D05.08.04	ud	C60N C 4P 40A	1
D05.08.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1
D05.08.06	ud	C60N C 2P 20A	2
D05.08.07	ud	C60N C 2P 32A	2
D05.08.08	ud	C60N C 2P 25A	2
D05.08.09	ud	Carril modular	2
D05.08.10	ud	Tapa apartamento modular, 3 módulos, alto 150 mm	2
D05.08.11	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	5
		Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	
D05.08.12	ud		1
D05.08.13	ud	Puerta transparente P IP54, ancho 650 mm	1
D05.08.14	ud	Fondo atornillado P IP54, ancho 650 mm	1
D05.08.15	ud	Techo P IP54, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1
D05.08.16	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1
D05.08.17	ud	2 paredes laterales P IP54, profundidad 400 mm	1
D05.08.18	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	2

**C06 Red de Tierras**

Código	Ud	Resumen	Cantidad
S06.01		Puesta a tierra exterior de protección del C.T.	
D06.01.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	6
D06.01.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm <sup>2</sup>	21
S06.02		Puesta a tierra exterior de servicio del C.T.	
D06.02.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	6
D06.02.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm <sup>2</sup>	21
S06.03		Puesta a tierra interior de protección del C.T.	

D06.03.01	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	20
S06.04		Puesta a tierra interior de servicio del C.T.	
D06.04.01	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	20
S06.05		Puesta a tierra Nave Industrial	
D06.05.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	4
D06.05.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	340
S06.06		Puesta a tierra Vestuario	
D06.06.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	4
D06.06.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	56
S06.07		Puesta a tierra Sala de Máquinas	
D06.07.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	4
D06.07.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	80
S06.08		Red de tierras Interconectadas	
D06.08.01	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	20
S06.09	ud	Arqueta de registro Toma a Tierra	1
<b>C07 Equipos Varios</b>			
Código	Ud	Resumen	Cantidad
S07.01	ud	Bloques ofimáticos	2
S07.02	ud	Tomas de usos varios (CETACT)	50
S07.03	ud	Toma 2P+T 16 A. Estanca	2
S07.04	ud	Toma 2P+T 16 A. Empotrable	17

# PRESUPUESTO

**INDICE - Mediciones**

1. C01 - Instalación eléctrica.	302
2. C02 - Centro de transformación.	302
3. C03 - Sistema de compensación de energía reactiva.	303
4. C04 - Iluminación interior.	303
5. C05 - Cuadros eléctricos.	303
6. C06 - Red de tierras.	311
7. C07 - Equipos varios.	312
8. Resumen Presupuesto.	313
9. TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.	313

C01 Instalación Eléctrica					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
S01.01		Cables Eléctricos	1	341.442,30	341.442,30
D01.01.01	m.l	Conductor unipolar Cu 240 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	400	90,51	36.204,00
D01.01.02	m.l	Conductor unipolar Cu 300 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.260,00	118,87	149.776,20
D01.01.03	m.l	Conductor unipolar Cu 1.5 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10	1,21	12,1
D01.01.04	m.l	Conductor unipolar Cu 2.5 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	20	1,66	33,2
D01.01.05	m.l	Conductor unipolar Cu 4 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10	2,21	22,1
D01.01.06	m.l	Conductor unipolar Cu 6 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10	2,99	29,9
D01.01.07	m.l	Conductor unipolar Cu 10 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10	4,69	46,9
D01.01.08	m.l	Conductor unipolar Cu 16 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10	6,82	68,2
D01.01.09	m.l	Conductor unipolar Cu 25 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10	10,28	102,8
D01.01.10	m.l	Conductor unipolar Cu 70 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	10	28,9	289
D01.01.11	m.l	Conductor unipolar Cu 120 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	100	45,98	4.598,00
D01.01.12	m.l	Conductor unipolar Cu 150 mm2, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	320	57,41	18.371,20
D01.01.13	m.l	Manguera 4x2,5+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.740,00	6,4	11.136,00
D01.01.14	m.l	Manguera 4x4+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.100,00	9,34	10.274,00
D01.01.15	m.l	Manguera 4x16+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	160	33,24	5.318,40
D01.01.16	m.l	Manguera 4x25+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	580	53,85	31.233,00
D01.01.17	m.l	Manguera 4x35+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	240	76,29	18.309,60
D01.01.18	m.l	Manguera 4x70+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	250	99,3	24.825,00
D01.01.19	m.l	Manguera 2x1,5+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	2.000,00	2,24	4.480,00
D01.01.20	m.l	Manguera 2x2,5+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	2.410,00	3,39	8.169,90
D01.01.21	m.l	Manguera 2x4+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.140,00	5,07	5.779,80
D01.01.22	m.l	Manguera 2x6+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	1.030,00	7,3	7.519,00
D01.01.23	m.l	Manguera 2x10+TT mm2 Cu, aislamiento RV-K 0,6/1 KV	400	12,11	4.844,00
S01.02		Canalizaciones Eléctricas	1	22.964,50	22.964,50
D01.02.01	m.l	Bandeja Metálica de Rejilla de 100x35 mm-Acero Galvanizado	550	8,7	4.785,00
D01.02.02	m.l	Bandeja Metálica de Rejilla de 300x60 mm-Acero Galvanizado	20	35,33	706,6
D01.02.03	m.l	Bandeja Metálica de Rejilla de 400x60 mm-Acero Galvanizado	180	47,49	8.548,20
D01.02.04	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 25x25	1.800,00	2,51	4.518,00
D01.02.05	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 40x40	800	4,46	3.568,00
D01.02.06	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 40x60	150	4,92	738
D01.02.07	m.l	Minicanal con Tapa BPB - 100x200	5	20,14	100,7
Instalación Eléctrica					364.406,80 €
C02 Centro de Transformación					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
S02.01	ud	Entrada / Salida 1: CGM-CML-24	1	5.091,00	5.091,00
S02.02	ud	Protección Transformador 1: CGM-CMP-F-24	1	17.629,00	17.629,00
S02.03	ud	Protección Transformador 2: CGM-CMP-F-24	1	17.629,00	17.629,00
S02.04	ud	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 18/30 kV	1	1.025,00	1.025,00
S02.05	ud	Puentes MT Transformador 2: Cables MT 18/30 kV	1	1.025,00	1.025,00
S02.06	ud	Transformador 1: Transformador seco 20 kV	1	24.114,00	24.114,00
S02.07	ud	Transformador 2: Transformador seco 20 kV	1	24.114,00	24.114,00
S02.08	ud	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra	1	480	480
Centro de Transformación					91.107,00 €

Presupuesto

**C03 Sistema de Compensación de Energía Reactiva**

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
S03.01	ud	RECTIMAT 2 SAH 765 kVAr	1	22.988,00	22.988,00

Sistema de Compensación de Energía Reactiva 22.988,00 €

**C04 Iluminación Interior**

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
S04.01	ud	Pantallas f. Estanca 2x58 W	356	63	22.428,00
S04.02	ud	Pantallas f. Estanca 2x36 W	66	58	3.828,00
S04.03	ud	Pant f. Estanca Baja Temperatura 1x58 W	8	90,24	721,92
S04.04	ud	Luminaria Emergencia Hombre en Cámara	4	234	936
S04.05	ud	Luminaria emergencia IP-42 45 lum.	54	47,97	2.590,38
S04.06	ud	Luminaria Emergencia IP-65 155 lum.	9	59,25	533,25
S04.07	ud	Luminaria Emergencia IP-65 350 lum.	59	62,07	3.662,13
S04.08	ud	Pto. Luz pantalla f. empotrar 4x18 W	6	121	726
S04.09	ud	Pto. Luz pantalla f. empotrar 2x18 W	19	43	817
S04.10	ud	Pto. Luz pantalla f. empotrar estanca 1x18 W	23	40	920

Iluminación Interior 37.162,68 €

**C05 Cuadros Eléctricos**

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
S05.01		CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION ( C.G.B.T )	1	94.193,96	94.193,96
D05.01.01	ud	NS1600 N 4P FIJO F.A. MICROLOGIC5.0	2	7.982,19	15.964,38
D05.01.02	ud	NS2000 4P TIPO N	1	9.126,40	9.126,40
D05.01.03	ud	MICROLOGIC 5.0	1	1.542,51	1.542,51
D05.01.04	ud	NS1250 N 4P FIJO F.A. MICROLOGIC5.0	2	7.340,36	14.680,72
D05.01.05	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	2	158,65	317,3
D05.01.06	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	2	158,65	317,3
D05.01.07	ud	NSX160N 4P SR Bloque de corte	2	421,46	842,92
D05.01.08	ud	Bloque Vigi ME 4P 200-440V CA 0,3A NSX100/160	2	547,53	1.095,06
D05.01.09	ud	C120N C 4P 100A	3	320,56	961,68
D05.01.10	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	3	477,86	1.433,58
D05.01.11	ud	C60N C 4P 63A	1	289,32	289,32
D05.01.12	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.01.13	ud	C60N C 4P 50A	2	272,73	545,46
D05.01.14	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	2	263,11	526,22
D05.01.15	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.01.16	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.01.17	ud	C60N C 2P 10A	6	45,12	270,72
D05.01.18	ud	C60N C 2P 6A	3	49,49	148,47
D05.01.19	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.01.20	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.01.21	ud	C60N C 2P 10A	2	45,12	90,24
D05.01.22	ud	C60N C 2P 6A	7	49,49	346,43
D05.01.23	ud	C60N C 4P 20A	1	99,43	99,43
D05.01.24	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.01.25	ud	C60N C 2P 10A	4	45,12	180,48

Presupuesto

D05.01.26	ud	C60N C 2P 6A	5	49,49	247,45
D05.01.27	ud	C60N C 4P 16A	1	96,7	96,7
D05.01.28	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.01.29	ud	C60N C 2P 10A	9	45,12	406,08
D05.01.30	ud	C120N C 4P 100A	1	320,56	320,56
D05.01.31	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1	477,86	477,86
D05.01.32	ud	C60N C 4P 20A	6	99,43	596,58
D05.01.33	ud	C120N C 4P 80A	1	304,42	304,42
D05.01.34	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1	477,86	477,86
D05.01.35	ud	C60N C 4P 16A	5	96,7	483,5
D05.01.36	ud	C60N C 4P 10A	2	95,59	191,18
D05.01.37	ud	C60N C 4P 6A	2	98,87	197,74
D05.01.38	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.01.39	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.01.40	ud	C60N C 2P 6A	6	49,49	296,94
D05.01.41	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.01.42	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.01.43	ud	C60N C 4P 20A	4	99,43	397,72
D05.01.44	ud	Placa soporte NS1600 vertical fijo	2	124,3	248,6
D05.01.45	ud	PLAST.NS1600 V.FIXE TEL.SP	2	66,93	133,86
D05.01.46	ud	Tapa plena, 4 módulos, alto 200 mm	2	16,52	33,04
D05.01.47	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.01.48	ud	Compartimentación llegada cables anterior NS1600 vertical f	2	329,99	659,98
D05.01.49	ud	PLETINAS ANTERIORES DE CANTO NT 630/1600 4P	2	455,78	911,56
D05.01.50	ud	PANTALLA CUBRECÁMARAS CORTE, NS800/1600 4 POL	2	49,67	99,34
D05.01.51	ud	PLETINAS COMPLEMENTARIAS CABLES NT 4P	2	428,84	857,68
D05.01.52	ud	1 espárrago aislante fijación de pletinas	2	67,39	134,78
D05.01.53	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW, profundida	2	122,23	244,46
D05.01.54	ud	Conexión prefabricada NS1600 vertical fijo 4 polos al JdB L	2	584,47	1.168,94
D05.01.55	ud	Placa soporte NS1600b-3200/Interpact INS-INV800-1600, Inter	1	155,97	155,97
D05.01.56	ud	Tapa perforada NS1600b-NS3200	1	73,54	73,54
D05.01.57	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.01.58	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1	19,01	19,01
D05.01.59	ud	Soporte voladizo para JdB (barra espesor 5/10 mm)	2	49,63	99,26
D05.01.60	ud	Soporte para barras de canto prolongación de polos NW, entr	1	75,93	75,93
D05.01.61	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW, profundida	1	122,23	122,23
D05.01.62	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW adicional p	1	73,33	73,33
D05.01.63	ud	Placa soporte NS1600 vertical fijo	2	124,3	248,6
D05.01.64	ud	PLAST.NS1600 V.FIXE TEL.SP	2	66,93	133,86
D05.01.65	ud	Tapa plena, 4 módulos, alto 200 mm	2	16,52	33,04
D05.01.66	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.01.67	ud	Compartimentación llegada cables anterior NS1600 vertical f	2	329,99	659,98
D05.01.68	ud	PLETINAS ANTERIORES DE CANTO NT 630/1600 4P	2	455,78	911,56
D05.01.69	ud	PANTALLA CUBRECÁMARAS CORTE, NS800/1600 4 POL	2	49,67	99,34
D05.01.70	ud	PLETINAS COMPLEMENTARIAS CABLES NT 4P	2	428,84	857,68
D05.01.71	ud	1 espárrago aislante fijación de pletinas	2	67,39	134,78
D05.01.72	ud	Compartimentación conexión JdB Linergy NS-NT-NW, profundida	2	122,23	244,46
D05.01.73	ud	Conexión prefabricada NS1250 vertical fijo 4 polos al JdB L	2	456,63	913,26
D05.01.74	ud	Placa soporte 3 NS-INS250 vertical fijo mando maneta	1	74,02	74,02
D05.01.75	ud	Tapa perforada 3 NS250 Vigi vertical mando maneta	1	20,26	20,26
D05.01.76	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	1	9,1	9,1
D05.01.77	ud	Repartidor Polypact 4 polos con conexión NS250 fijo mando m	1	289,22	289,22
D05.01.78	ud	Cubrebornes largos 4P NSX100-250 INV/INS	1	21,11	21,11
D05.01.79	ud	Carril modular regulable en profundidad	2	28,84	57,68

Presupuesto

D05.01.80	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	2	16,52	33,04
D05.01.81	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.01.82	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.01.83	ud	Carril modular	5	18,04	90,2
D05.01.84	ud	Tapa aparamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	5	14,05	70,25
D05.01.85	ud	Carril modular regulable en profundidad	1	28,84	28,84
D05.01.86	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.01.87	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.01.88	ud	Tapa aparamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.01.89	ud	Carril modular regulable en profundidad	1	28,84	28,84
D05.01.90	ud	Tapa aparamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.01.91	ud	Carril modular	4	18,04	72,16
D05.01.92	ud	Tapa aparamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	4	14,05	56,2
D05.01.93	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.01.94	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	1	9,1	9,1
D05.01.95	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	1	21,48	21,48
D05.01.96	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1	11,57	11,57
D05.01.97	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1	19,01	19,01
D05.01.98	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1	11,57	11,57
D05.01.99	ud	Armadura P, ancho 650 + 150 mm, profundidad 600 mm, alto 2	2	676,66	1.353,32
D05.01.100	ud	Puerta embellecedor P IP42, ancho 800 mm	2	323,94	647,88
D05.01.101	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 800 mm	2	413,7	827,4
D05.01.102	ud	Techo P IP42, ancho 800 mm, profundidad 600 mm	2	87,57	175,14
D05.01.103	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	2	25	50
D05.01.104	ud	Armadura P, ancho 300 mm, profundidad 600 mm, alto 2 m	1	306,46	306,46
D05.01.105	ud	Puerta plena P IP42, ancho 300 mm	1	155,52	155,52
D05.01.106	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 300 mm	1	160,88	160,88
D05.01.107	ud	Techo P IP42, ancho 300 mm, profundidad 600 mm	1	34,04	34,04
D05.01.108	ud	Armadura P, ancho 650 + 150 mm, profundidad 600 mm, alto 2	2	676,66	1.353,32
D05.01.109	ud	Puerta embellecedor P IP42, ancho 800 mm	2	323,94	647,88
D05.01.110	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 800 mm	2	413,7	827,4
D05.01.111	ud	Techo P IP42, ancho 800 mm, profundidad 600 mm	2	87,57	175,14
D05.01.112	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	2	25	50
D05.01.113	ud	Armadura P, ancho 300 mm, profundidad 600 mm, alto 2 m	1	306,46	306,46
D05.01.114	ud	Puerta plena P IP42, ancho 300 mm	1	155,52	155,52
D05.01.115	ud	Fondo atornillado P IP42, ancho 300 mm	1	160,88	160,88
D05.01.116	ud	Techo P IP42, ancho 300 mm, profundidad 600 mm	1	34,04	34,04
D05.01.117	ud	2 paredes laterales P IP42, profundidad 600 mm	1	379,45	379,45
D05.01.118	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	2	72,43	144,86
D05.01.119	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	6	5,73	34,38
D05.01.120	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1	72,43	72,43
D05.01.121	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	1	5,73	5,73
D05.01.122	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1	72,43	72,43
D05.01.123	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	4	5,73	22,92
D05.01.124	ud	Perfil Linergy para juego de barras vertical 1600 A, longit	16	190,59	3.049,44
D05.01.125	ud	Soporte vertical del juego de barras Linergy en pasillo lat	12	80,73	968,76
D05.01.126	ud	Barra de cobre plana ancho 100 mm x espesor 10 mm, longitud	8	739,19	5.913,52
D05.01.127	ud	1 empalme para barras horizontales, ancho 80/100 mm	4	100,14	400,56
D05.01.128	ud	Conexión 1600 A del JdB horiz de espesor 10 mm al JdB Liner	32	69,8	2.233,60
D05.01.129	ud	Barra de cobre plana ancho 100 mm x espesor 10 mm, longitud	8	739,19	5.913,52
D05.01.130	ud	1 empalme para barras horizontales, ancho 80/100 mm	4	100,14	400,56
D05.01.131	ud	Perfil Linergy para juego de barras vertical 800 A, longitu	2	101,65	203,3
D05.01.132	ud	3 soportes para conductor PE vertical Linergy	2	7,05	14,1
D05.01.133	ud	Barra de cobre perforada PE 50 x 5 lcw superior a 40 kA ef/	2	135,83	271,66



Presupuesto

D05.01.134	ud	2 soportes para conductor PE horizontal	2	4,43	8,86
D05.01.135	ud	2 conexiones PE horizontal/PE vertical	2	26,64	53,28
D05.01.136	ud	20 tornillos Linergy M8 + 20 tuercas para barras, longitud	4	19,49	77,96
D05.01.137	ud	4 soportes para la fijación de cables, profundidad 400 mm	2	34,82	69,64
D05.01.138	ud	4 soportes para la fijación de cables, profundidad 200 mm p	2	21,58	43,16
D05.01.139	ud	4 soportes para la fijación de cables, ancho 300 mm	2	32,36	64,72
D05.01.140	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	2	58,4	116,8
D05.01.141	ud	Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	2	12,94	25,88
D05.01.142	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	1	58,4	58,4
D05.01.143	ud	Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	1	12,94	12,94
D05.01.144	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	2	58,4	116,8
D05.01.145	ud	Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	2	12,94	25,88
S05.02		SUBCUADRO C-1: ACONDICIONADO	1	5.931,36	5.931,36
D05.02.01	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.02.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.02.03	ud	C60N C 2P 16A	6	45,94	275,64
D05.02.04	ud	C60N C 4P 32A	1	107,53	107,53
D05.02.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.02.06	ud	C60N C 2P 16A	4	45,94	183,76
D05.02.07	ud	C60N C 2P 6A	2	49,49	98,98
D05.02.08	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.02.09	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.02.10	ud	C60N C 4P 10A	6	95,59	573,54
D05.02.11	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.02.12	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.02.13	ud	C60N C 4P 10A	6	95,59	573,54
D05.02.14	ud	C60N C 4P 40A	1	127,59	127,59
D05.02.15	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.02.16	ud	C60N C 4P 20A	2	99,43	198,86
D05.02.17	ud	C60N C 4P 10A	3	95,59	286,77
D05.02.18	ud	C60N C 2P 10A	1	45,12	45,12
D05.02.19	ud	Carril modular	6	18,04	108,24
D05.02.20	ud	Tapa aparamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	6	14,05	84,3
D05.02.21	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	3	21,48	64,44
D05.02.22	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1	448,18	448,18
D05.02.23	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 650 mm	1	423,27	423,27
D05.02.24	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 650 mm	1	298,78	298,78
D05.02.25	ud	Techo P IP55, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1	49,81	49,81
D05.02.26	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1	25	25
D05.02.27	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1	298,78	298,78
D05.02.28	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	6	5,73	34,38
S05.03		SUBCUADRO C-2: ENTRECUBIERTA	1	3.577,72	3.577,72
D05.03.01	ud	C60N C 4P 32A	1	107,53	107,53
D05.03.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.03.03	ud	C60N C 2P 10A	9	45,12	406,08
D05.03.04	ud	C60N C 4P 50A	1	272,73	272,73
D05.03.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.03.06	ud	C60N C 4P 20A	2	99,43	198,86
D05.03.07	ud	C60N C 4P 16A	2	96,7	193,4
D05.03.08	ud	C60N C 2P 16A	2	45,94	91,88

Presupuesto

D05.03.09	ud	Carril modular	2	18,04	36,08
D05.03.10	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.03.11	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.03.12	ud	Tapa apartamenta modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.03.13	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.03.14	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.03.15	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	3	21,48	64,44
D05.03.16	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1	19,01	19,01
D05.03.17	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1	448,18	448,18
D05.03.18	ud	Puerta transparente P IP54, ancho 650 mm	1	423,27	423,27
D05.03.19	ud	Fondo atornillado P IP54, ancho 650 mm	1	298,78	298,78
D05.03.20	ud	Techo P IP54, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1	49,81	49,81
D05.03.21	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1	25	25
D05.03.22	ud	2 paredes laterales P IP54, profundidad 400 mm	1	298,78	298,78
D05.03.23	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	4	5,73	22,92
S05.04		SUBCUADRO C-3: LONCHEADO Y PELADO	1	45.464,24	45.464,24
D05.04.01	ud	C60N C 4P 50A	1	272,73	272,73
D05.04.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.03	ud	C60N C 2P 25A	4	48,24	192,96
D05.04.04	ud	C60N C 2P 16A	1	45,94	45,94
D05.04.05	ud	C60N C 2P 6A	1	49,49	49,49
D05.04.06	ud	C60N C 4P 40A	1	127,59	127,59
D05.04.07	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.08	ud	C60N C 2P 10A	9	45,12	406,08
D05.04.09	ud	C60N C 4P 32A	1	107,53	107,53
D05.04.10	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.11	ud	C60N C 2P 10A	9	45,12	406,08
D05.04.12	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	1	158,65	158,65
D05.04.13	ud	NSX250F 4P SR Bloque de corte	1	1.023,35	1.023,35
D05.04.14	ud	Bloque Vigi MH 4P 220-440V CA 0,03-10A NSX250	1	1.557,14	1.557,14
D05.04.15	ud	Appareil à assembler	1	23	23
D05.04.16	ud	C60N C 4P 50A	4	272,73	1.090,92
D05.04.17	ud	Micrologic 2.3 250A 4P4R NSX400/630	1	852,89	852,89
D05.04.18	ud	NSX400N 4P SR Bloque de corte	1	1.785,00	1.785,00
D05.04.19	ud	Bloque Vigi MB 4P 440-550V CA 0,3-30ANSX400/630	1	1.708,71	1.708,71
D05.04.20	ud	Appareil à assembler	1	23	23
D05.04.21	ud	C120N C 4P 80A	1	304,42	304,42
D05.04.22	ud	C60N C 4P 63A	6	289,32	1.735,92
D05.04.23	ud	C60N C 4P 20A	2	99,43	198,86
D05.04.24	ud	C60N C 4P 50A	1	272,73	272,73
D05.04.25	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.26	ud	C60N C 4P 25A	2	103,1	206,2
D05.04.27	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.04.28	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.29	ud	C60N C 4P 16A	4	96,7	386,8
D05.04.30	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.04.31	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.32	ud	C60N C 4P 16A	6	96,7	580,2
D05.04.33	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.04.34	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.35	ud	C60N C 4P 16A	6	96,7	580,2
D05.04.36	ud	C120N C 4P 80A	1	304,42	304,42

Presupuesto

D05.04.37	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1	477,86	477,86
D05.04.38	ud	C60N C 4P 25A	4	103,1	412,4
D05.04.39	ud	C60N C 4P 20A	2	99,43	198,86
D05.04.40	ud	C120N C 4P 80A	1	304,42	304,42
D05.04.41	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A S	1	477,86	477,86
D05.04.42	ud	C60N C 4P 25A	4	103,1	412,4
D05.04.43	ud	C60N C 4P 20A	2	99,43	198,86
D05.04.44	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.04.45	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.46	ud	C60N C 4P 16A	6	96,7	580,2
D05.04.47	ud	TM40D 4P3R NSX100-250	1	158,65	158,65
D05.04.48	ud	NSX160F 4P SR Bloque de corte	1	429,01	429,01
D05.04.49	ud	Bloque Vigi ME 4P 200-440V CA 0,3A NSX100/160	1	547,53	547,53
D05.04.50	ud	Appareil à assembler	1	23	23
D05.04.51	ud	C60N C 4P 20A	9	99,43	894,87
D05.04.52	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.04.53	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.54	ud	C60N C 2P 20A	9	46,42	417,78
D05.04.55	ud	C60N C 4P 32A	1	107,53	107,53
D05.04.56	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.04.57	ud	C60N C 2P 25A	6	48,24	289,44
D05.04.58	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.04.59	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.04.60	ud	Carril modular	3	18,04	54,12
D05.04.61	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	3	14,05	42,15
D05.04.62	ud	Placa soporte 3 NS-INS250 vertical fijo mando maneta	1	74,02	74,02
D05.04.63	ud	Tapa perforada 3 NS250 Vigi vertical mando maneta	1	20,26	20,26
D05.04.64	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1	11,57	11,57
D05.04.65	ud	Repartidor Polypact 4 polos con conexión NS250 fijo mando m	1	289,22	289,22
D05.04.66	ud	Cubrebornes largos 4P NSX100-250 INV/INS	1	21,11	21,11
D05.04.67	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.04.68	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.04.69	ud	Placa soporte NS-INS630 horizontal fijo mando maneta, 4 pol	1	85	85
D05.04.70	ud	PLAST.NSX630 HORIZONTAL 4P	1	22	22
D05.04.71	ud	Conexión prefabricada NS630 horizontal fijo mando maneta 4	1	101,15	101,15
D05.04.72	ud	Cubrebornes largos 4P NSX400/630 INV/INS	1	44,64	44,64
D05.04.73	ud	Carril modular regulable en profundidad	1	28,84	28,84
D05.04.74	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.04.75	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.04.76	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.04.77	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.04.78	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.04.79	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.04.80	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.04.81	ud	Carril modular	4	18,04	72,16
D05.04.82	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	4	14,05	56,2
D05.04.83	ud	Carril modular regulable en profundidad	1	28,84	28,84
D05.04.84	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.04.85	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.04.86	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.04.87	ud	Carril modular regulable en profundidad	1	28,84	28,84
D05.04.88	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.04.89	ud	Carril modular	3	18,04	54,12
D05.04.90	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	3	14,05	42,15

Presupuesto

D05.04.91	ud	Placa soporte 3 NS-INS250 vertical fijo mando maneta	1	74,02	74,02
D05.04.92	ud	Tapa perforada 3 NS250 Vigí vertical mando maneta	1	20,26	20,26
D05.04.93	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	1	9,1	9,1
D05.04.94	ud	Repartidor Polypact 4 polos con conexión NS250 fijo mando m	1	289,22	289,22
D05.04.95	ud	Cubrebornes largos 4P NSX100-250 INV/INS	1	21,11	21,11
D05.04.96	ud	Carril modular	4	18,04	72,16
D05.04.97	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	4	14,05	56,2
D05.04.98	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.04.99	ud	Tapa plena, 1 módulo, alto 50 mm	2	9,1	18,2
D05.04.100	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.04.101	ud	Tapa plena, 2 módulos, alto 100 mm	1	11,57	11,57
D05.04.102	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	5	21,48	107,4
D05.04.103	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.04.104	ud	Armadura P, ancho 650 + 150 mm, profundidad 400 mm, alto 2	4	496,89	1.987,56
D05.04.105	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 800 mm + pantalla ancho 1	4	586,08	2.344,32
D05.04.106	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 800 mm	4	413,7	1.654,80
D05.04.107	ud	Techo P IP55, ancho 800 mm, profundidad 400 mm	4	68,95	275,8
D05.04.108	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	4	25	100
D05.04.109	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1	298,78	298,78
D05.04.110	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	5	5,73	28,65
D05.04.111	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1	72,43	72,43
D05.04.112	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	7	5,73	40,11
D05.04.113	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1	72,43	72,43
D05.04.114	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	1	5,73	5,73
D05.04.115	ud	Repartidor Multiclip 4 polos 200 A 1 fila + cables sin punt	1	72,43	72,43
D05.04.116	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	7	5,73	40,11
D05.04.117	ud	Perfil Linergy para juego de barras vertical 1600 A, longit	16	190,59	3.049,44
D05.04.118	ud	Soporte vertical del juego de barras Linergy en pasillo lat	12	80,73	968,76
D05.04.119	ud	Barra de cobre plana ancho 100 mm x espesor 10 mm, longitud	8	739,19	5.913,52
D05.04.120	ud	1 empalme para barras horizontales, ancho 80/100 mm	4	100,14	400,56
D05.04.121	ud	Conexión 1600 A del JdB horiz de espesor 10 mm al JdB Liner	32	69,8	2.233,60
D05.04.122	ud	20 tornillos Linergy M8 + 20 tuercas para barras, longitud	4	19,49	77,96
D05.04.123	ud	Soporte para juego de barras horizontal (barra espesor 5/10	4	58,4	233,6
D05.04.124	ud	Tornillería para soporte de barras, ancho superior a 80 mm	4	12,94	51,76
S05.05		SUBCUADRO C-4: RECEPCION	1	7.076,47	7.076,47
D05.05.01	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.05.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.05.03	ud	C60N C 2P 10A	9	45,12	406,08
D05.05.04	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.05.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.05.06	ud	C60N C 2P 20A	4	46,42	185,68
D05.05.07	ud	C60N C 2P 10A	2	45,12	90,24
D05.05.08	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.05.09	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.05.10	ud	C60N C 4P 16A	6	96,7	580,2
D05.05.11	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.05.12	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.05.13	ud	C60N C 4P 16A	6	96,7	580,2
D05.05.14	ud	C120N C 4P 80A	1	304,42	304,42
D05.05.15	ud	Vigi C120 4P 125A 300mA Clase A	1	337,51	337,51
D05.05.16	ud	C60N C 4P 25A	3	103,1	309,3
D05.05.17	ud	C60N C 4P 16A	2	96,7	193,4

Presupuesto

D05.05.18	ud	C60N C 2P 16A	1	45,94	45,94
D05.05.19	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.05.20	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.05.21	ud	C60N C 2P 25A	2	48,24	96,48
D05.05.22	ud	C60N C 2P 20A	4	46,42	185,68
D05.05.23	ud	Carril modular	5	18,04	90,2
D05.05.24	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	5	14,05	70,25
D05.05.25	ud	Carril modular regulable en profundidad	1	28,84	28,84
D05.05.26	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.05.27	ud	Carril modular	2	18,04	36,08
D05.05.28	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.05.29	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	1	21,48	21,48
D05.05.30	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1	19,01	19,01
D05.05.31	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1	448,18	448,18
D05.05.32	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 650 mm	1	423,27	423,27
D05.05.33	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 650 mm	1	298,78	298,78
D05.05.34	ud	Techo P IP55, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1	49,81	49,81
D05.05.35	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1	25	25
D05.05.36	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1	298,78	298,78
D05.05.37	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	5	5,73	28,65
D05.05.38	ud	Repartidor Distribloc 4 polos 125 A, 13 salidas por fase	1	35,88	35,88
D05.05.39	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	2	5,73	11,46
S05.06		SUBCUADRO C-5: EXPEDICION	1	5.368,00	5.368,00
D05.06.01	ud	C60N C 4P 40A	1	127,59	127,59
D05.06.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.06.03	ud	C60N C 2P 25A	4	48,24	192,96
D05.06.04	ud	C60N C 2P 10A	5	45,12	225,6
D05.06.05	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.06.06	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.06.07	ud	C60N C 4P 16A	6	96,7	580,2
D05.06.08	ud	C60N C 4P 50A	1	272,73	272,73
D05.06.09	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.06.10	ud	C60N C 4P 20A	2	99,43	198,86
D05.06.11	ud	C60N C 4P 16A	4	96,7	386,8
D05.06.12	ud	C60N C 4P 25A	1	103,1	103,1
D05.06.13	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.06.14	ud	C60N C 2P 25A	6	48,24	289,44
D05.06.15	ud	Carril modular	3	18,04	54,12
D05.06.16	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	3	14,05	42,15
D05.06.17	ud	Carril modular	1	18,04	18,04
D05.06.18	ud	Tapa apartament modular, 4 módulos, alto 200 mm	1	16,52	16,52
D05.06.19	ud	Carril modular	2	18,04	36,08
D05.06.20	ud	Tapa apartament modular, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.06.21	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	2	21,48	42,96
D05.06.22	ud	Tapa plena, 5 módulos, alto 250 mm	1	19,01	19,01
D05.06.23	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1	448,18	448,18
D05.06.24	ud	Puerta transparente P IP55, ancho 650 mm	1	423,27	423,27
D05.06.25	ud	Fondo atornillado P IP55, ancho 650 mm	1	298,78	298,78
D05.06.26	ud	Techo P IP55, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1	49,81	49,81
D05.06.27	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1	25	25
D05.06.28	ud	2 paredes laterales P IP55, profundidad 400 mm	1	298,78	298,78
D05.06.29	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	6	5,73	34,38

Presupuesto

S05.07		SUBCUADRO C-6: PASARE/AIRE	1	3.460,42	3.460,42
D05.07.01	ud	C60N C 4P 40A	1	127,59	127,59
D05.07.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.07.03	ud	C60N C 2P 16A	4	45,94	183,76
D05.07.04	ud	C60N C 2P 6A	5	49,49	247,45
D05.07.05	ud	C60N C 4P 40A	1	127,59	127,59
D05.07.06	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.07.07	ud	C60N C 4P 20A	4	99,43	397,72
D05.07.08	ud	C60N C 2P 20A	2	46,42	92,84
D05.07.09	ud	Carril modular	3	18,04	54,12
D05.07.10	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	3	14,05	42,15
D05.07.11	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	4	21,48	85,92
D05.07.12	ud	Tapa plena, 3 módulos, alto 150 mm	1	14,05	14,05
D05.07.13	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1	448,18	448,18
D05.07.14	ud	Puerta transparente P IP54, ancho 650 mm	1	423,27	423,27
D05.07.15	ud	Fondo atornillado P IP54, ancho 650 mm	1	298,78	298,78
D05.07.16	ud	Techo P IP54, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1	49,81	49,81
D05.07.17	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1	25	25
D05.07.18	ud	2 paredes laterales P IP54, profundidad 400 mm	1	298,78	298,78
D05.07.19	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	3	5,73	17,19
S05.08		SUBCUADRO C-7: VESTUARIOS	1	3.039,67	3.039,67
D05.08.01	ud	C60N C 4P 16A	1	96,7	96,7
D05.08.02	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.08.03	ud	C60N C 2P 10A	6	45,12	270,72
D05.08.04	ud	C60N C 4P 40A	1	127,59	127,59
D05.08.05	ud	Vigi C60c 3P+N 63A 300mA Clase AC S	1	263,11	263,11
D05.08.06	ud	C60N C 2P 20A	2	46,42	92,84
D05.08.07	ud	C60N C 2P 32A	2	51,13	102,26
D05.08.08	ud	C60N C 2P 25A	2	48,24	96,48
D05.08.09	ud	Carril modular	2	18,04	36,08
D05.08.10	ud	Tapa apartamenta modular, 3 módulos, alto 150 mm	2	14,05	28,1
D05.08.11	ud	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm	5	21,48	107,4
D05.08.12	ud	Armadura P, ancho 650 mm, profundidad 400 mm, alto 2 m	1	448,18	448,18
D05.08.13	ud	Puerta transparente P IP54, ancho 650 mm	1	423,27	423,27
D05.08.14	ud	Fondo atornillado P IP54, ancho 650 mm	1	298,78	298,78
D05.08.15	ud	Techo P IP54, ancho 650 mm, profundidad 400 mm	1	49,81	49,81
D05.08.16	ud	Marco pivotante P soporte tapas, ancho 650	1	25	25
D05.08.17	ud	2 paredes laterales P IP54, profundidad 400 mm	1	298,78	298,78
D05.08.18	ud	Peine K60, C60, ID 1 polo, longitud 24 pasos	2	5,73	11,46

Cuadros Eléctricos

168.111,84 €

C06		Red de Tierras			
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
S06.01		Puesta a tierra exterior de protección del C.T.	1	130,89	130,89
D06.01.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	6	15,34	92,04
D06.01.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	21	1,85	38,85

Presupuesto

S06.02		Puesta a tierra exterior de servicio del C.T.	1	130,89	130,89
D06.02.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	6	15,34	92,04
D06.02.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	21	1,85	38,85
S06.03		Puesta a tierra interior de protección del C.T.	1	37	37
D06.03.01	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	20	1,85	37
S06.04		Puesta a tierra interior de servicio del C.T.	1	37	37
D06.04.01	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	20	1,85	37
S06.05		Puesta a tierra Nave Industrial	1	690,36	690,36
D06.05.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	4	15,34	61,36
D06.05.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	340	1,85	629
S06.06		Puesta a tierra Vestuario	1	164,96	164,96
D06.06.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	4	15,34	103,6
D06.06.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	56	1,85	61,36
S06.07		Puesta a tierra Sala de Máquinas	1	209,36	209,36
D06.07.01	ud	PICA T.T. 2 metros COBREADA d.14mm	4	15,34	61,36
D06.07.02	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	80	1,85	148
S06.08		Red de tierras Interconectadas	1	37	37
D06.08.01	m.l	Conductor de cobre desnudo, unipolar 1x50 mm2	20	1,85	37
S06.09	ud	Arqueta de registro Toma a Tierra	1	13,25	13,25
Red de Tierras					1.450,71 €

C07 Equipos Varios

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
S07.01	ud	Bloques ofimáticos	2	98,76	197,52
S07.02	ud	Tomas de usos varios (CETACT)	50	145,77	7.288,50
S07.03	ud	Toma 2P+T 16 A. Estanca	2	16,93	33,86
S07.04	ud	Toma 2P+T 16 A. Empotrable	17	12,41	210,97
Equipos Varios					7.730,85 €

## **RESUMEN PRESUPUESTO**

Código	Resumen	Importe
C01	Instalación Eléctrica	364.406,80 €
C02	Centro de Transformación	91.107,00 €
C03	Sistema de Compensación de Energía Reactiva	22.988,00 €
C04	Iluminación Interior	37.162,68 €
C05	Cuadros Eléctricos	168.111,84 €
C06	Red de Tierras	1.450,71 €
C07	Equipos Varios	7.730,85 €
<b>TOTAL MATERIAL</b>		<b>692.957,88 €</b>
	13% Gastos Generales	90.084,52 €
	6% Beneficio Industrial	41.577,47 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>824.619,88 €</b>
	18%IVA	148.431,58 €

**TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 973.051,46 €**

El presupuesto general asciende a la cantidad de NOVECIENTOS SETENTA Y TRES MIL CINCUENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS

Toledo, 11 de Julio de 2011

INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo: D. Kostantino Francisco Tulkeridis Soriano.



# BIBLIOGRAFÍA

**Bibliografía:**

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Centros de Transformación MT/BT; Centro de Formación Schneider.
- Manual teórico-práctico instalaciones BT Schneider.
- Otros proyectos.

Paginas Web visitadas:

[www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)  
[www.abb.es](http://www.abb.es)  
[www.insht.es](http://www.insht.es)  
[www.ormazabal.com](http://www.ormazabal.com)  
[www.endesa.es](http://www.endesa.es)  
[www.merlin-gerin.com](http://www.merlin-gerin.com)  
[www.voltimum.es](http://www.voltimum.es)  
[www.hager.es](http://www.hager.es)  
[www.prysmian.es](http://www.prysmian.es)

**Programas Informáticos.**

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- Autocad.
- Presto.
- SISpro building 2.1: Programa de concepción y valoración de cuadros eléctricos hasta 3.200 A.